

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



EXPERIÊNCIAS INVESTIGATIVAS EM CONTEXTOS REAIS DE CIÊNCIA
Uma possível abordagem na formação de professores/as do 1º e 2º
ciclo do Ensino Básico?

Bianor Valente

DOUTORAMENTO EM EDUCAÇÃO
Didática das Ciências

2015

**UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



EXPERIÊNCIAS INVESTIGATIVAS EM CONTEXTOS REAIS DE CIÊNCIA
Uma possível abordagem na formação de professores/as do 1º e 2º
ciclo do Ensino Básico?

Bianor Valente

**Tese orientada pela Professora Doutora Cláudia Faria, especialmente
elaborada para obtenção do grau de doutora em Didática das Ciências**

2015

Agradecimentos

Esta dissertação não teria sido possível sem a munificência de várias pessoas às quais gostaria de exprimir os meus agradecimentos:

À Professora Cláudia Faria, pela disponibilidade, pelo pragmatismo e espírito crítico que evidenciou durante estes anos. A sua orientação foi uma valiosa contribuição para este trabalho e para o meu crescimento enquanto investigadora.

Ao Paulo, ao Fred e à Mariana, pela amizade, pela paciência, pelo encorajamento e disponibilidade para partilhar reflexões e discussões, sem as quais este percurso teria sido incomparavelmente menos rico. A vossa presença, constante e atenta, permitiram imprimir a este trabalho uma característica que tanto valorizo nos processos investigativos - a colaboratividade.

À Helena, à João, à Leonor e à Carla, as quatro participantes deste estudo, pela imprescindível e prestimosa colaboração, sem a qual este trabalho não tinha sido possível.

À minha família, pela paciência e compreensão demonstradas ao longo destes anos, em especial pelas constantes ausências aos múltiplos encontros que, por norma, se realizam a pretexto de uma saborosa refeição.

Por fim, ao Bruno, que generosamente preencheu as inúmeras falhas que fui tendo por força das circunstâncias, e pela compreensão e ternura sempre constantes.

A todos/as os meus sinceros agradecimentos.

Resumo

As fragilidades existentes no âmbito da formação inicial de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico, no que concerne ao ensino sobre a natureza da ciência e ao ensino por investigação, constituíram o principal foco do presente estudo. Com o objetivo de contornar estas fragilidades procedeu-se à conceptualização, implementação e avaliação de um programa, o programa Ciência ao Vivo. Este programa contemplou duas abordagens distintas mas complementares: a imersão dos/as participantes em contextos reais de ciência; e a participação em seminários com vista à partilha de experiências decorrentes dessa imersão e à reflexão sobre a natureza da ciência, as atividades investigativas e as práticas pedagógicas.

No programa Ciência ao Vivo participaram quatro futuras professoras, em dois contextos reais de investigação. Através do estudo aprofundado das vivências e aprendizagens decorrentes deste programa procurou-se compreender de que modo a participação em atividades científicas, em contextos reais de ciência, com ênfase numa abordagem explícita e reflexiva da natureza da ciência, poderá contribuir para o desenvolvimento profissional de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico.

Os resultados deste estudo revelam que a adoção de uma abordagem explícita, através da ilustração e reflexão acerca de aspetos particulares da natureza da ciência dentro do contexto de investigações científicas, constitui uma abordagem formativa promissora, uma vez que permite o desenvolvimento de entendimentos mais informados sobre a ciência e sobre o seu ensino. Os resultados sugerem ainda que, para além de fatores de natureza pessoal, as características inerentes aos contextos reais de ciência desempenham um papel importante no desenvolvimento desses entendimentos. Quanto à adoção de um ensino por investigação e sobre a natureza da ciência, durante as práticas de ensino supervisionadas, esta abordagem parece ter um efeito mais modesto. A adoção de um ensino com estas características parece ser influenciada por constrangimentos diversos associados à própria formação inicial de professores/as, ao contexto curricular português, às perspetivas das participantes sobre as capacidades dos/as alunos/as e ao receio e inexperiência das próprias participantes. Tendo em conta a natureza destes constrangimentos, torna-se evidente que a mudança na prática dos/as (futuros/as) professores/as, exige um esforço global e integrado, por parte dos diferentes intervenientes no processo educativo.

Com base nos resultados obtidos, é sugerido um conjunto de recomendações acerca das características que as colaborações entre cientistas e futuros/as professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico devem ter de forma a maximizar as suas potencialidades.

Palavras-chave: Literacia Científica; Natureza da Ciência; Atividades investigativas; Contextos reais de ciência; Formação de professores/as.

Abstract

The present study focuses on the existing vulnerabilities of the pre-service elementary teachers training in what regards nature of science and inquiry. Aimed at overcoming these vulnerabilities, this study conceptualised, implemented and evaluated a specific program - the Live Science program. This program integrated two distinct but complementary approaches: the participants' immersion in real science contexts; and the participation of future teachers in seminars intended to share the immersion experience, and to reflect about the nature of science, the research activities and the pedagogical practices.

Four future teachers participated in the Live Science program, in two real research contexts. Through the analysis of the experiences and lessons learned from this program, this study tried to understand to what extent the participation in real-context scientific activities, focused on an explicit and reflective approach to the nature of science, can contribute for the professional development of elementary teachers.

Our findings suggest that the adoption of an explicit approach through illustration and reflection of particular aspects of the nature of science within the context of scientific research, is a promising approach considering that it potentially allows for the development of a more informed understanding about science and about teaching science. The results also suggest that along with personality-related factors, the inherent characteristics of the real science contexts also play an important role in the development of that understanding.

Regarding the adoption of an inquiry and nature of science teaching during the supervised lessons, this approach appears to have a more modest effect. The adoption of this classroom practice seems to be influenced by several constraints, namely those associated to the teachers' initial training, the Portuguese educational context, the participants' ideas about the students' abilities, and the fear and inexperience of the participants themselves. Considering the nature of these constraints, it becomes clear that any change in the practice of future teachers requires a global and comprehensive effort by the different stakeholders in the educational process.

Based on the results obtained, this study suggests a set of recommendations about the characteristics that partnerships between scientists and prospective elementary teachers should have in order to maximise their potential.

Key words: Scientific literacy, Nature of science, Inquiry activities; Real Science Contexts; Pre-service elementary teachers training

Índice

Capítulo I - Introdução	1
Motivações pessoais	3
Contexto e relevância da investigação	4
Problemática e questões de investigação	8
Organização global do estudo	9
 Capítulo II - Revisão da literatura.....	11
Ensinar e aprender ciências	13
As ciências nos primeiros anos de escolaridade... breve perspectiva histórica.....	13
(Re)inventar a formação de professores/as... uma necessidade.....	24
Conhecimento profissional	28
Princípios chave na formação de professores/as	33
Síntese	39
A natureza da ciência.....	41
A natureza da ciência e os seus significados	41
Das concepções às práticas, um longo caminho a percorrer	45
Síntese	57
O Ensino por investigação.....	59
O inquiry e os seus significados.....	59
Das concepções às práticas, um longo caminho a percorrer	69
Síntese	79
Experiências investigativas em contextos reais de ciência	81
Pressupostos e conceitos	81
As experiências investigativas e os seus efeitos.....	84
Natureza da ciência.....	85
Transferência para a sala de aula	90

Recomendações	95
Síntese	96
Capítulo III - Metodologia	99
Abordagem metodológica.....	101
Desenho da investigação	106
Fase 1 - Análise e exploração do problema	109
Fase 2 - Desenvolvimento da intervenção	111
Participantes	123
Fase 3 - Avaliação e reflexão da implementação.....	125
Estratégias de recolha de dados	125
Análise e interpretação dos dados	134
Eixos e categorias de análise	138
Preocupações éticas	165
Validade do estudo.....	166
Capítulo IV – Apresentação e análise dos resultados	169
A Helena	172
A profissão docente	172
Concepções iniciais	174
Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	174
Concepções sobre a ciência	178
O programa Ciência ao Vivo	181
Motivações para o envolvimento no programa	181
O contexto real de ciência	182
Os seminários	189
A avaliação global do Programa.....	200
Concepções após o programa Ciência ao Vivo	202
Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	202

Concepções sobre a ciência	205
Do pensamento à ação... ..	210
Descrição das práticas pedagógicas	210
Procurando evidências de um ensino por investigação	220
Procurando evidências de um ensino sobre a natureza da ciência	228
A João	232
A profissão docente	232
Concepções iniciais	235
Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	235
Concepções sobre a ciência	238
O programa Ciência ao Vivo	241
Motivações para o envolvimento no programa	241
O contexto real de ciência	242
Os seminários	246
A avaliação global do programa	259
Concepções após o programa Ciência ao Vivo	262
Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	262
Concepções sobre a ciência	264
A Leonor	268
A profissão docente	268
Concepções iniciais	270
Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	270
Concepções sobre a ciência	273
O programa Ciência ao Vivo	276
Motivações para o envolvimento no programa	276
O contexto real de ciência	277
Os seminários	283
Avaliação global do programa	289
Concepções após o programa Ciência ao Vivo	291

Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	291
Concepções sobre a ciência	294
Do pensamento à ação.....	298
Descrição das práticas pedagógicas	298
Procurando evidências de um ensino por investigação	317
Procurando evidências de um ensino da natureza da ciência	322
A Carla	323
A profissão docente	323
Concepções iniciais	324
Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	324
Concepções sobre a ciência	326
O programa Ciência ao Vivo	329
Motivações para o envolvimento no programa	329
O contexto real de ciência	329
Os seminários	335
A avaliação global do programa	343
Concepções após o programa Ciência ao Vivo	345
Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	345
Concepções sobre a ciência	347
Do pensamento à ação.....	350
Descrição das práticas pedagógicas	350
Procurando evidências de um ensino por investigação	363
Procurando evidências de um ensino sobre a natureza da ciência	369
O programa Ciência ao Vivo	387
Vivências decorrentes do programa Ciência ao vivo.....	387
Motivações e expectativas face ao programa.....	387
Os contextos reais de ciência.....	389
Os seminários	392
Avaliação global	396

Impacto do programa nas concepções	397
Concepções sobre a natureza da ciência.....	397
Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	402
Impacto do programa nas práticas pedagógicas.....	412
O ensino por investigação	412
O ensino sobre a natureza da ciência	414
 Capítulo V – Discussão, conclusões e recomendações	417
Discussão e conclusões	419
Recomendações	440
 Referências Bibliográficas	445
Apêndices.....	471
Anexos	497

Índice de figuras

Figura 1. Organização geral da revisão da literatura.....	9
Figura 2. Diferentes abordagens no âmbito do ensino da NC (adaptado de Clough, 2006).	51
Figura 3. Modelo do CPC para a NC desenvolvido por Abd-El-Khalick (2013) e Wahbeh e Abd-El-Khalick (2013).	56
Figura 4. Fases da DBR segundo Reeves (2006).	106
Figura 5. Modelo genérico para a condução da DBR (McKenney & Reeves, 2012)..	107
Figura 6. Desenho global do estudo.	108
Figura 7. Caracterização da diversidade de abordagens no âmbito do ensino da NC.	113
Figura 8. Instrumentos de recolha de dados e respetivos códigos.	126
Figura 9. Esquema representativo da análise dos dados	137
Figura 10. Visões sobre a NC num continuum (Schwartz et al., 2010).	144
Figura 11. Folhas individuais de registo de observação.	217
Figura 12. Guião orientador “Construção de um terrário” (1ª parte).	306
Figura 13. Guião orientador “Construção de um terrário” (2ª parte).	307
Figura 14. Guião orientador “Os ímanes” (1ª parte).	310
Figura 15. Guião orientador “Os ímanes” (2ª parte).	312
Figura 16. Preenchimento da tabela presente no guião orientador “Os ímanes”	314
Figura 17. Adaptações realizadas ao guião “Será que todos os materiais se deixam atravessar pela luz”	316
Figura 18. Guião orientador “Identificação de solos”.	352
Figura 19. Guião orientador “Permeabilidade dos solos”.	355
Figura 20. Guião orientador “Ciclo da água”.	357
Figura 21. Categorização dos objetivos de aprendizagem das atividades	415
Figura 22. Recomendações acerca das características a valorizar nas colaborações entre cientistas e futuros/as professores do 1º e 2º CEB.	441

Índice de tabelas

Tabela 1. Mudanças de ênfase advogadas por diferentes documentos curriculares...	24
Tabela 2. Análise comparativa entre o NSES e o K-12 Framework (Crawford, 2014).	66
Tabela 3. Os quatro níveis de atividades investigativas com base nas informações fornecidas (Bell et al., 2005).	68
Tabela 4. Orientação teórica do estudo e respetivos princípios de design	112
Tabela 5. Aspetos focados e explorados durante os seminários	117
Tabela 6. Exemplos ilustrativos de situações selecionadas e respetivas questões exploratórias por seminário	119
Tabela 7. Exemplos ilustrativos de situações selecionadas e respetivas questões exploratórias para o S _B	122
Tabela 8. Participantes e investigações nas quais foram envolvidas	125
Tabela 9. Eixos de análise da investigação e respetivos instrumentos utilizados	135
Tabela 10. Categorias e subcategorias referentes ao envolvimento das participantes no programa	139
Tabela 11. Categorias e subcategorias referentes às experiências nos contextos reais de ciência	140
Tabela 12. Subcategorias referentes às perspetivas face à componente explícita e reflexiva do programa	142
Tabela 13. Subcategorias referentes às concepções sobre a natureza do conhecimento e metodologias científicas	143
Tabela 14. Subcategorias referentes à imagem dos/as cientistas e do seu trabalho	146
Tabela 15. Características essenciais das aulas investigativas e suas variações (Council, 2000, p.29)	148
Tabela 16. Constrangimentos associados à adoção de um ensino por investigação e sobre a ciência	164
Tabela 17. Sessões de Estudo do Meio dinamizadas pela Helena no âmbito da PES	211
Tabela 18. Ideias expressas pelos/as alunos/as sobre o desenvolvimento do projeto	212
Tabela 19. Questões formuladas pela Helena em função dos seus propósitos	221
Tabela 20. Atividades das ciências físico naturais dinamizadas pela Leonor no âmbito da PES	299

Tabela 21. Atividades das ciências físico-naturais dinamizadas pela Carla no âmbito da PES	351
Tabela 22. Principais razões invocadas para o envolvimento no programa Ciência ao Vivo	387
Tabela 23. Expectativas em virtude da participação no programa Ciência ao Vivo...	388
Tabela 24. Semelhanças e diferenças entre os dois contextos reais de ciência	391
Tabela 25. Aprendizagens reportadas pelas participantes em virtude do programa Ciência ao Vivo.....	396
Tabela 26. Alterações nas conceções sobre a natureza do conhecimento científico	400
Tabela 27. Fontes invocadas pelas participantes para justificarem as suas conceções finais sobre a natureza do conhecimento científico	400
Tabela 28. Efeitos do programa nas futuras práticas docentes.....	402
Tabela 29. Caracterização dos aspetos de um ensino por investigação nas práticas de ensino supervisionadas	414

Capítulo I

Introdução

Neste capítulo descrevem-se as razões que conduziram à seleção da problemática que norteou o presente estudo. Inicialmente, enfatizam-se as motivações pessoais que inevitavelmente estão associadas ao percurso pessoal e profissional percorrido. Posteriormente, aborda-se a relevância do estudo no âmbito da comunidade científica. De seguida, explicita-se a problemática, bem como as questões de investigação e, por fim, descreve-se a organização geral da tese, os seus capítulos, e os assuntos que contemplam.

Motivações pessoais

Foi durante a licenciatura, mais precisamente nas unidades curriculares de Didática e de História e Filosofia da Ciência que, pela primeira vez, tive oportunidade de refletir sobre a natureza da ciência (NC) e compreender, ainda que superficialmente, a importância deste conhecimento na aprendizagem dos/as alunos/as. Também a forma como perspetivava o trabalho prático mudou, de forma significativa, durante a formação inicial. Neste processo, em muito contribuíram as aulas práticas de Biologia Molecular e Genética nas quais as receitas do tipo “culinária” deram lugar a investigações abertas, onde era necessário pensar, planificar, explicar e argumentar.

Finalizado o curso, foi tempo de uma reflexão sobre o passado e sobre o futuro. Sentia vontade de viver o processo investigativo na primeira pessoa. A satisfação sentida durante a frequência de algumas unidades curriculares isoladas, e ao longo de um estágio num laboratório de investigação, constituiu a rampa de lançamento para o mestrado na área da Biologia Molecular.

A imersão no mundo da investigação foi marcante, a vários níveis. As sessões do “Journal Club”, as discussões sobre *papers*, as dificuldades em adaptar um protocolo, o escrutínio dos *referees*, e muitos outros momentos, constituíram um contexto privilegiado para refletir sobre a ciência e o seu ensino. Reflexões essas que se espelhavam na forma como planificava as aulas, nas discussões que promovia sobre a ciência e nas questões que formulava durante as atividades práticas com os meus alunos e com as minhas alunas. Sentia, cada vez mais, a sinergia entre o laboratório e a sala de aula. A oportunidade de orientar uma aluna do 12º ano de escolaridade

contribuiu, ainda mais, para refletir sobre as potencialidades inerentes ao estabelecimento de parcerias entre a comunidade científica e educativa. No âmbito da Área de Projeto¹, uma área que visava a realização de projetos, por parte dos/as alunos/as, com o fim de desenvolver nestes/as “uma visão integradora do saber, promovendo a sua orientação escolar e profissional e facilitando a sua aproximação ao mundo do trabalho” (Decreto-Lei nº24/2006, de 6 de fevereiro, p. 3), esta aluna teve a oportunidade de colaborar numa investigação real, de colocar em prática técnicas que apenas tinha visto no manual, de interpretar resultados e de comunicá-los no seio da comunidade científica.

No entanto, foi ao iniciar a minha colaboração na formação inicial de professores/as, e ao aperceber-me da pouca motivação que os/as futuros/as professores/as nutriam pela ciência e das visões ingénuas que possuíam sobre a sua natureza, que toda esta amálgama de experiências começou a dar lugar, de forma mais consciente, à presente investigação. Se os desafios no âmbito da formação de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico (CEB) são muitos, a criatividade deve ser ainda mais aguçada... Será que um contacto mais próximo com o mundo da ciência poderá contribuir para enriquecer a formação destes/as professores/as? Sim? Não? Como?

Contexto e relevância da investigação

Cada vez mais todos os indivíduos devem ser cientificamente literatos, de modo a serem capazes de compreender fenómenos e acontecimentos naturais, de interpretarem decisões tomadas por outros, de se pronunciarem sobre elas e de refletirem sobre assuntos que afetam as suas vidas e a dos outros. A formação de indivíduos capazes de exercerem uma cidadania ativa e responsável é, por isso, uma das finalidades da educação em ciências (Hodson, 2008, 2011; Holbrook & Rannikmae, 2007; Millar & Osborne, 1998). A necessidade de promover essa formação, desde os primeiros anos, tem-se constituído como um tema consensual para a grande maioria dos/as

¹ Em 2006, ao reconhecer-se a “natureza demasiado formal, livresca e enciclopedista do ensino e das aprendizagens” (Decreto-Lei nº24/2006, de 6 de fevereiro, p. 3) é criada, no ensino secundário, uma área de natureza interdisciplinar e transdisciplinar, a Área de Projeto e Projeto Tecnológico.

investigadores/as e educadores/as e tem provocado mudanças significativas nos currículos escolares (AAAS, 1993; DEM, 2001; NRC, 1996; NGSS, 2013).

Estas mudanças enfatizam a promoção de capacidades de pensamento, em detrimento de conteúdos científicos detalhados, a construção de um entendimento sobre o que é a ciência e o desenvolvimento de capacidades e atitudes investigativas (Bybee, 2000; Crawford, 2014). Valorizam, por isso, a implementação de atividades inter e transdisciplinares que articulem a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente (CTSA), o desenvolvimento de parcerias entre ambientes formais e não formais e a criação de ambientes de aprendizagem motivadores, desafiadores, colaborativos e com significado para os/as alunos/as (Braund & Reiss, 2006; Osborne & Dillon, 2008; Rocard, 2007)

Segundo as novas orientações, a educação em ciências deve contemplar, pelo menos, três elementos essenciais. O primeiro, *aprender ciência*, corresponde ao desenvolvimento de conhecimento conceptual e teórico. O segundo, *aprender sobre ciência*, relaciona-se com o desenvolvimento de um entendimento sobre a natureza e os métodos científicos, de uma apreciação sobre a sua história, o seu desenvolvimento e as interações complexas entre CTSA e, também, de uma reflexão sobre as implicações pessoais, sociais e éticas de determinadas tecnologias. O terceiro elemento, *fazer ciência*, enfatiza a importância dos/as alunos/as desenvolverem capacidades de pesquisa e resolução de problemas (Hodson, 1996, 2008, 2011).

Ensinar e aprender ciências através de atividades investigativas e do desenvolvimento de conhecimentos sobre a NC constituem, assim, aspetos estruturantes dos diferentes movimentos de reforma (Bybee, 1997; Hodson, 2009; Holbrook & Rannikmae, 2009). Através do desenvolvimento de um conhecimento sobre a ciência pretende-se que os indivíduos se tornem consumidores informados, que possam interpretar assuntos sócio científicos e participar em processos decisórios, assim como apreciar a ciência como parte da cultura contemporânea.

Para se alcançarem mudanças educacionais em larga escala é necessária uma transposição coerente, consistente e coordenada dos propósitos para as práticas (Bybee, 1997). Contudo, diversos estudos sugerem que, ao nível da sala de aula, pouco ou nada mudou, existindo assim um distanciamento muito significativo entre as perspetivas preconizadas nos currículos e as práticas dos/as professores/as (Capps & Crawford, 2013; Galvão, Faria, & Freire, 2013; Martins, Abelha, Costa, & Roldão, 2011; Paixão & Cachapuz, 1999; Sá, 1996, 2002).

A falta de conhecimentos científicos dos/as professores/as dos primeiros anos de escolaridade, associada a um conhecimento pedagógico limitado e a uma reduzida autoconfiança no que respeita ao ensino das ciências, constituem algumas das causas explicativas deste cenário (Harlen, 1997; Osborne & Simon, 1996). Diversos estudos indicam também que a maioria dos cursos universitários não prepara adequadamente os/as professores/as para desenvolverem investigações científicas e para adotarem um ensino por investigação (Roth & Lavoie, 2001; Roth, McGinn, & Bowen, 1998). Além disso, várias evidências sugerem que a formação inicial não influencia, significativamente, o desenvolvimento de entendimentos mais informados sobre a NC (Abell & Smith, 1994; Praia & Cachapuz, 1994a, 1994b; Thomaz, Cruz, Martins, & Cachapuz, 1996). O facto de os/as professores/as possuírem pouca experiência investigativa e apresentarem concepções ingénuas sobre a NC poderá constituir um entrave à renovação do ensino das ciências e, conseqüentemente, à melhoria das aprendizagens dos/as alunos/as (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2004; Praia, Gil-Pérez, & Vilches, 2007). Alterar este cenário é fundamental pois, “visões empobrecidas e distorcidas de ciência criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem em um obstáculo para a aprendizagem” (Praia et al., 2007, p. 147).

Para que a implementação de um ensino por investigação e sobre a ciência se torne uma realidade é fundamental que as instituições de formação se reinventem, procurando novos modelos de formação que possam ajudar, efetivamente, os/as futuros/as professores/as a gerir e implementar as solicitações que lhes são exigidas (Buchberger, Campos, Kallós, & Stephenson, 2000; Nóvoa, 1992; Osborne & Dillon, 2008; Roth & Lavoie, 2001).

A participação ativa em atividades científicas em contextos reais de ciência, por parte de (futuros/as) professores/as, tem sido uma estratégia seguida e investigada nalguns países (e.g. Brown & Melear, 2007; Dresner & Worley, 2006; Melear, Goodlaxson, Warne, & Hickok, 2000; Varelas, House, & Wenzel, 2005; Westerlund, García, Koke, Taylor, & Mason, 2002). O principal pressuposto destes programas é o de que o envolvimento ativo de (futuros/as) professores/as, em contextos reais de ciência, colaborando nas atividades de investigação, por um determinado período de tempo, poderá ter profundos impactos nas suas concepções e nas suas práticas.

Nos Estados Unidos da América, a *National Science Foundation* (NSF) tem apoiado diferentes iniciativas que possibilitam aos/as professores/as colaborarem em projetos de investigação reais e terem experiências de investigação autênticas, com o propósito

de melhorar a formação dos/as educadores/as em ciência. No entanto, e tanto quanto é do nosso conhecimento, no contexto português, a única iniciativa similar decorreu apenas em 2002, com a designação *Laboratórios abertos nas férias para professores*, sob a égide do Ciência Viva. Tratava-se de uma

[i]niciativa dirigida a professores dos diferentes graus de ensino que tem por objectivo proporcionar estágios de curta duração em Laboratórios e Centros de Investigação. Com estas actividades pretende-se promover a actualização científica dos professores e promover uma renovação das práticas de trabalho experimental nos diferentes domínios das ciências. (<http://www.cienciaviva.pt/estagios/professores/>).

Vários benefícios têm sido identificados em virtude destes programas dos quais se destaca o desenvolvimento de uma maior motivação e autoconfiança (Dresner & Worley, 2006), a aprendizagem de conteúdos científicos (Brown & Melear, 2007; Raphael, Tobias, & Greenberg, 1999) e a promoção de colaborações entre os/as professores/as e entre estes/as e os/as cientistas (Dresner & Worley, 2006; Varelas et al., 2005; Westerlund et al., 2002). No entanto, quanto às mudanças nas práticas letivas, os resultados não são coincidentes. Alguns investigadores/as documentam dificuldades associadas à transferência da experiência investigativa para o contexto da sala de aula (Brown & Melear, 2007; Schwartz, Northcutt, Mesci, & Stapleton, 2013), enquanto outros/as reportam mudanças nas práticas, nomeadamente, a implementação de mais estratégias investigativas (Blanchard, Southerland, & Granger, 2009; Dixon & Wilke, 2007; Dresner & Worley, 2006; Dresner, 2002; Hughes, Molyneaux, & Dixon, 2012; Pop, Dixon, & Grove, 2010; Westerlund et al., 2002). Contudo, na maioria destas investigações, a análise direta das práticas dos/as professores/as não é considerada, sendo a sua avaliação baseada apenas em dados auto-reportados pelos/as participantes através de entrevistas. Por outro lado, a maioria destes programas destina-se apenas a professores/as de ciências do ensino secundário.

Segundo Sadler, Burgin, McKinney, e Ponjuan (2010) compreender o impacto das características, especificidades e singulares destes programas, na promoção ou inibição das aprendizagens dos/as (futuros/as) professores/as, permitirá a conceptualização de programas mais adequados com vista à melhoria das aprendizagens. A presente investigação pretende ser mais um contributo em prol deste objetivo, centrando-se em aspetos que têm sido pouco trabalhados, nomeadamente no envolvimento de futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB, e na análise do impacto do programa na sua prática letiva, através de observações diretas do trabalho desenvolvido em sala de aula.

Problemática e questões de investigação

Tendo em conta o panorama internacional e nacional descrito, a propósito da contextualização e justificação do tema, foi concebido um programa de envolvimento de futuros/as professores/as do ensino básico (1º e 2º ciclo) em contextos reais de ciência - o programa Ciência ao Vivo - com o objetivo de compreender a sua influência no pensamento e na prática destes profissionais. No decorrer deste programa foi dada especial relevância à reflexão individual e coletiva acerca das vivências investigativas, e a aspetos relacionados com as conceções sobre a NC e sobre as atividades investigativas. Assim, a problemática da presente investigação visa compreender:

De que modo a participação em atividades científicas, em contextos reais de ciência, com ênfase numa abordagem explícita e reflexiva da natureza da ciência, poderá contribuir para o desenvolvimento profissional de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico?

No programa Ciência ao Vivo participaram quatro futuras professoras do 1º e 2º CEB, em dois contextos reais de ciência distintos. O estudo aprofundado das vivências e aprendizagens decorrentes deste programa foi orientado pelas seguintes questões de investigação:

- Como é que as futuras professoras vivenciaram as experiências decorrentes do programa Ciência ao Vivo?
- Qual o impacto do programa ao nível das conceções das futuras professoras acerca da natureza da ciência e do ensino e aprendizagem das ciências?
- Qual o impacto do programa ao nível das práticas profissionais?

Ao analisarem-se as aprendizagens decorrentes das singularidades deste programa e ao descrever-se o processo e as condições que promoveram essas aprendizagens, pretende-se contribuir para a redefinição dos cursos de formação de professores/as, de forma a que o ensino por investigação e o ensino sobre a NC, se torne uma realidade. Pretende-se também compreender que aspetos deve assumir um programa desta natureza para que as aprendizagens desejadas possam ser alcançadas.

Organização global do estudo

A presente tese encontra-se dividida em cinco capítulos, respetivamente, introdução, revisão da literatura, metodologia, apresentação e análise dos resultados e, por fim, discussão, conclusões e recomendações.

No primeiro capítulo, realiza-se uma breve introdução ao estudo. Descrevem-se as razões pessoais e teóricas que nortearam a escolha da temática da investigação, enuncia-se a problemática e apresentam-se as questões de investigação.

O segundo capítulo, referente à revisão da literatura, contempla quatro secções (Figura 1). Na primeira secção apresenta-se uma breve perspetiva histórica sobre o ensino e a aprendizagem das ciências nos primeiros anos de escolaridade, justifica-se a relevância e pertinência de uma mudança ao nível da formação de professores/as e descrevem-se as características dessa mudança.

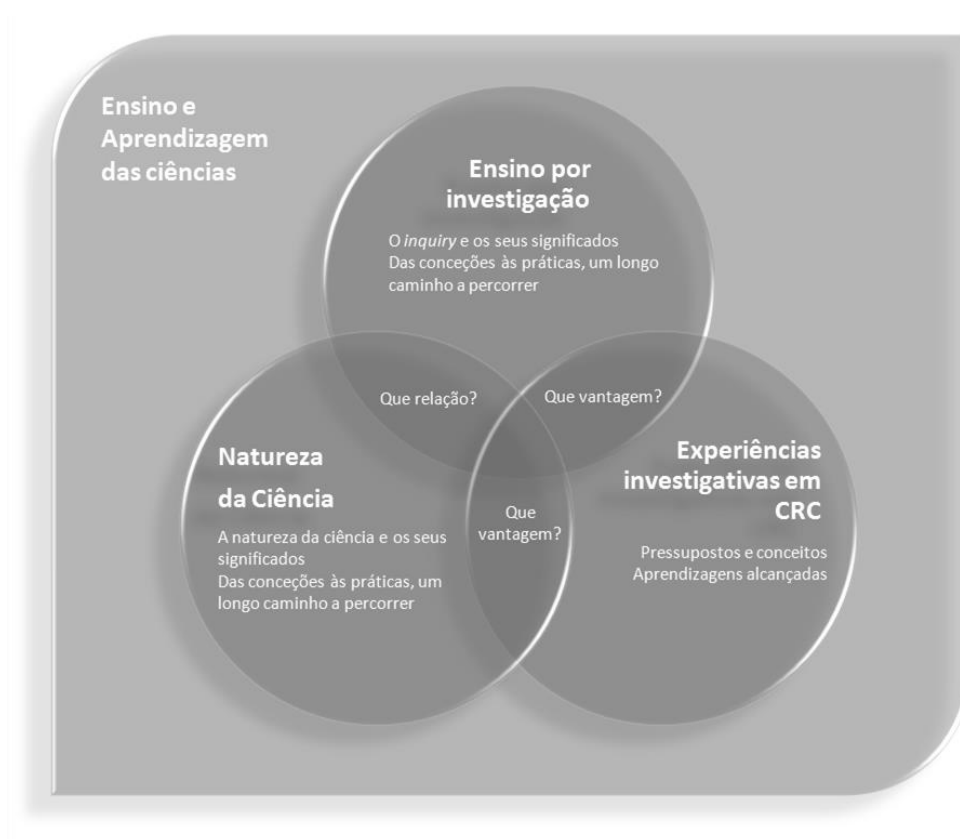


Figura 1. Organização geral da revisão da literatura.

Na segunda secção, dedicada à natureza da ciência (NC), explicita-se o conceito, descrevem-se os efeitos de diferentes estratégias no desenvolvimento de conceções mais informadas sobre a NC e procura-se compreender a relação entre as conceções e

a prática dos/as (futuros/as) professores/as. Na terceira secção, aborda-se o ensino por investigação. Analisam-se várias perspetivas de ensino por investigação e descrevem-se estudos empíricos sobre os fatores que influenciam a (não) adoção desta abordagem pedagógica. A última secção da revisão da literatura é dedicado às experiências investigativas em contextos reais de ciência. Apresenta-se este modelo de formação, os seus pressupostos teóricos e descrevem-se estudos empíricos que procuram compreender o efeito destas experiências nas conceções e nas práticas dos/as (futuros/as) professores/as.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia da investigação. Inicialmente, justifica-se a abordagem adotada e o desenho da investigação. Posteriormente, descreve-se a conceptualização de um programa de formação - o programa Ciência ao Vivo - em particular, os seus objetivos, as abordagens de formação adotadas e as estratégias selecionadas. Em seguida, explicitam-se os procedimentos para a seleção dos/as participantes e as estratégias de recolha, análise e interpretação dos dados. Finalmente, discutem-se as preocupações éticas do estudo e a sua validade.

O quarto capítulo, dedicado à apresentação e análise dos dados, engloba cinco secções. Cada uma das quatro primeiras secções refere-se ao percurso de uma das participantes. Em cada secção, descrevem-se as conceções que as participantes possuíam antes do programa, apresentam-se as motivações, as vivências e a avaliação relativamente ao programa e, por fim, descrevem-se as conceções reveladas após o programa e as práticas pedagógicas implementadas durante a prática de ensino supervisionada. Na quinta e última secção, realiza-se uma análise comparativa do percurso das participantes com o intuito de identificar eventuais semelhanças e diferenças e, desta forma, obter uma imagem integral do programa Ciência ao Vivo.

No último capítulo, procurando dar resposta às questões de investigação, discutem-se os resultados e formulam-se as principais conclusões. Por fim, elaboram-se recomendações acerca das características que as colaborações entre cientistas e futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB devem ter de forma a maximizar as suas potencialidades.

Revisão da literatura

Ensinar e aprender ciências

Na primeira parte desta secção realiza-se uma breve perspectiva histórica da educação em ciência, em particular nos primeiros anos de escolaridade, contemplando tanto o contexto internacional, como o contexto nacional. Na segunda parte, descreve-se o hiato entre os princípios preconizados nas reformas educativas e as práticas docentes e defende-se a necessidade da formação de professores/as se (re)inventar. Partindo desta premissa, identificam-se os saberes que um/a professor/a deve desenvolver para ensinar em consonância com os atuais movimentos de reforma, e descrevem-se algumas características que a formação de professores/as deve apresentar para que possa promover o desenvolvimento desses conhecimentos, competências e disposições.

As ciências nos primeiros anos de escolaridade... breve perspectiva histórica

Foi durante o século XIX que, tanto na Europa como nos EUA, a ciência passou a fazer parte integrante do currículo escolar, em grande medida, fruto dos esforços e apelos realizados por um grande número de eminentes cientistas. Além da relevância prática das ciências, bem patente nas inovações científicas e tecnológicas que tiveram lugar durante este período, a utilidade das ciências ao nível do desenvolvimento intelectual foi, igualmente, um argumento invocado pelos impulsionadores desta mudança (DeBoer, 1991, 2000).

No âmbito dos primeiros anos de escolaridade, estes esforços surgem intimamente associados às “lições das coisas” (Harlen, 2008), uma pedagogia de ensino influenciada por Pestalozzi (Bybee & DeBoer, 1994; Dana, Campbell, & Lunetta, 1997) e que teve eco em Portugal durante várias décadas². Contrariamente à tradicional ênfase na memorização, esta abordagem “preconizava que as crianças fossem estimuladas a

² No início do século XX, o programa do ensino primário contemplava o tópico “Primeiras noções de ciências histórico-naturais e físico-químicas” onde é possível encontrar referências explícitas à adoção da lição de coisas como pedagogia de ensino. Com o surgimento de um novo programa, em 1960 (Decreto de Lei N.º 42 944 de 28 de maio de 1960) e da sua reformulação em 1968 (Portaria N.º 23 485 de 16 de julho de 1968) surge a área das ciências geográfico-naturais e, uma vez mais, a referência à lição das coisas: “pretende-se, fundamentalmente, que as crianças aprendam a observar o meio ambiente e a reflectir sobre ele. Por isso, e como princípio de ordem geral, o seu ensino deve ter a feição de lições de coisas”.

examinar e descrever em termos muito simples e familiares as propriedades e utilidade dos objetos mais próximos, antes que qualquer informação fosse fornecida pelo adulto” (Sá, 2000, p. 534). Segundo Charpak (1996), a observação das “coisas” podia, ocasionalmente, tornar-se em ação sobre as coisas. Contudo, a experimentação propriamente dita tinha um papel reduzido na lição das coisas, não servindo para confirmar ou infirmar uma hipótese, mas sim para possibilitar à criança observar fenômenos que, espontaneamente, não chamariam a sua atenção.

A característica principal do ensino das ciências, durante este período, residia assim no reforço da articulação entre observação, denominação e representação dos fenômenos ou objetos (Charpak, 1996), tendo-se centrado maioritariamente nos conteúdos científicos e não contemplando o modo de pensar das crianças (Charpak, 1996; Host, 1983).

Com o culminar do século XIX, regista-se um forte compromisso dos/as educadores/as relativamente à ciência enquanto “um corpo de conhecimentos úteis, como uma forma de pensamento, e como uma ferramenta para disciplinar a mente” (DeBoer, 1991, p. 62). Para além disso, a aplicabilidade e relevância da ciência no dia-a-dia dos indivíduos foi adquirindo popularidade. Uma “ciência para todos e para todas”, em detrimento de um conhecimento científico que servisse apenas as ciências e os/as cientistas, mas sem qualquer utilidade pública, era um ideal defendido ainda antes do início do século XX (Bybee & DeBoer, 1994; DeBoer, 1991; Hurd, 1998). A transição do século XIX para o século XX foi marcada pela emergência de pedagogias humanistas que, em rutura com as perspetivas dogmática-transmissivas vigentes, defendiam abordagens mais centradas nas crianças e que enalteciam o conhecimento intuitivo e o papel ativo da criança (Santos, 2005)³. Estavam assim lançadas as raízes de uma nova era, a era progressista, na qual as ideias de John Dewey constituíram um marco importante. Segundo este autor, a inovação introduzida pela educação progressiva correspondia a uma transferência de centro de gravidade em que a criança se convertia no “sol em torno da qual gravitam os instrumentos da educação” (Dewey, 2002, p. 40).

O desenvolvimento pessoal, através da promoção de certas disposições intelectuais, como o aprender a pensar e a agir de forma científica, e o desenvolvimento social constituíam, segundo este autor, as grandes finalidades associadas ao ensino das ciências (Dewey, 1997). Em consonância com estas finalidades, Dewey defendeu a importância da educação científica apresentar a ciência enquanto processo, e não

³ Montessori, Homer Lane, Freinet, Froebel e Pestalozzi constituem alguns dos nomes que mais influenciaram estas correntes pedagógicas.

apenas como um produto, e de tirar partido das experiências prévias das crianças e do meio ambiente onde estas crescem (Dewey, 1910, 1916).

A importância de uma educação centrada no/a aluno/a, enfatizando as aplicações práticas da ciência e a importância social do conhecimento científico, bem como a necessidade de tornar as aprendizagens mais significativas, caracterizaram as principais preocupações da primeira metade do século XX (DeBoer, 1991). No entanto, a ênfase tradicional na aquisição de conhecimento persistiu, apesar das diferentes tentativas de reformar a educação, em particular para a tornar mais relevante do ponto de vista social e pessoal (Bybee & DeBoer, 1994).

Este período foi igualmente marcado por uma forte tensão entre os diferentes argumentos que sustentavam a introdução e a expansão das ciências nos currículos escolares. A “excessiva” relevância conferida aos conteúdos científicos nos currículos ofuscava os objetivos inicialmente propostos para a educação em ciência. Como resultado deste processo, verificou-se um consenso segundo o qual “o desafio do ensino das ciências consistia em encontrar um equilíbrio entre um entendimento geral sobre o mundo natural e o pensamento científico, por um lado, e a utilidade da ciência para uma vida quotidiana, por outro” (DeBoer, 2000, p. 584).

Mais tarde, alguns acontecimentos históricos, nomeadamente, a segunda guerra mundial e a disputa pelo domínio espacial, constituíram momentos de grande questionamento quanto às finalidades da educação em ciência, em particular no contexto norte-americano. (Bybee, 1997; DeBoer, 2000; Hurd, 1998). A forte necessidade de formar quadros científicos e técnicos superiores, assim como o clima de grande insegurança nacional, constituíram o denominador comum de vários movimentos reformistas que tiveram lugar no período pós-guerra (Bybee, 1997; DeBoer, 1991). Fruto desses movimentos, surgiram vários programas financiados pela *National Science Foundation* (NSF) inicialmente destinados ao ensino secundário (como o *Biological Science Curriculum Study* e o *Physical Science Study Curriculum*) e, posteriormente, aos primeiros anos de escolaridade⁴. Destes, três foram particularmente relevantes: o *Elementary Science Study* (ESS), o *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS) e o *Science - A Process Approach* (SAPA).

O ESS, desenvolvido pela *Education Development Center*, era um programa propositadamente pouco estruturado e que valorizava o ensino por descoberta. As

⁴ *Alphabet Soup Science* é o nome informal utilizado para designar o vasto número de projetos (e respetivos acrónimos) financiados pelo governo norte-americano durante a década de 60 (McComas, 2014).

atividades, de uma forma geral, iniciavam-se com a apresentação de um desafio ou problema, seguindo-se uma fase de exploração livre, culminando com a condução de uma discussão com a turma, sendo a formulação de questões, por parte das crianças, um aspeto amplamente enfatizado (Bredderman, 1982; Harlen, 2008). O SCIS, desenvolvido por Robert Karplus (1964), apresentava uma lógica sequencial, enfatizando tanto os processos, os conteúdos científicos, como as atitudes investigativas e o pensamento científico. Para guiar o processo de ensino, o programa apresentava um ciclo de aprendizagem⁵ composto por três fases distintas: a exploração, a introdução do conceito e, por fim, a aplicação do conceito (Bredderman, 1982; Harlen, 2008; Martin, 2011). O SAPA, da responsabilidade da *Association for the Advancement of Science*, era o mais estruturado de todos e focava-se, essencialmente, no ensino dos processos científicos, classificando-os como básicos e avançados (Bredderman, 1982; Harlen, 2008).

Este movimento de reforma foi igualmente liderado pelo Reino Unido e, ao nível do ensino primário, destaca-se o programa *Nuffield Junior Science Project* (NJSP) e o seu sucessor, *Science 5/13*. Este projeto considerava fundamental que as crianças tivessem acesso a uma vasta panóplia de experiências práticas onde pudessem manusear materiais, fazendo uso dos vários sentidos. O que as crianças investigavam era considerado um aspeto menos relevante face ao modo como investigavam (Harlen, 2008). Na mesma altura, o Instituto de Educação da Universidade de Oxford iniciou um projeto, conhecido como o *Oxford Primary Science Project* (OPSP), que adotou uma abordagem alternativa que priorizava o desenvolvimento de grandes ideias científicas (Traianou, 2007).

Comparando estes programas verifica-se que enquanto uns deram prioridade ao desenvolvimento de processos científicos, resolução de problemas e promoção do pensamento científico (NJSP e SAPA), outros priorizaram o desenvolvimento de grandes ideias em ciência (SCIS e OPSP) (Harlen & Qualter, 2014; Warwick, 2000). Apesar das diferenças, estes currículos apresentavam características em comum, pois pretendiam ajudar as crianças a pensar e agir como cientistas, preconizando um forte envolvimento das mesmas nas atividades e a promoção da sua autonomia, algo muito diferente das práticas existentes até então. Foi por isso, um período de grande inovação no ensino, tanto em termos de conteúdos curriculares, como de estratégias de ensino-aprendizagem (Charpak, 1996; Harlen, 2008).

⁵ Existem várias adaptações contemporâneas deste ciclo de aprendizagem, sendo um dos mais conhecidos o 5Es.

Em Portugal, foi só em 1975⁶ que a visibilidade e a importância das ciências no ensino primário se tornou mais evidente, através da implementação de um novo programa, vulgarmente conhecido por “programa laranja”. Entre as grandes mudanças, destaca-se a introdução da rubrica Meio Físico e Social e a importância que lhe é conferida, durante os dois primeiros anos de escolaridade⁷, para alcançar a globalização da ação pedagógica preconizada no programa: “[a]través desta rubrica pretende-se que a aprendizagem se desenvolva em permanente contacto com a vida. Assim, será a partir das atividades nela sugeridas que todas as outras rubricas procurarão conseguir os seus objectivos específicos” (Programa, 1975, p. 27). De facto, a função atribuída ao Meio Físico e Social denota uma orientação pedagógica que assenta numa aprendizagem contextualizada e ativa.

Mas, enquanto em Portugal se davam os primeiros passos em termos de educação científica nos primeiros anos de escolaridade, internacionalmente surgem evidências da pouca eficácia dos esforços iniciados na década de 60. Um inquérito, realizado em 1977 nos Estados Unidos, revelou que um número considerável de professores/as não se sentia devidamente preparado para ensinar ciências, que o tempo dedicado a esta área era consideravelmente menor do que o despendido para a leitura e para a matemática e que, num número elevado de escolas, os recursos produzidos pelos projetos EES, SCIS e SAPA nunca tinham sido utilizados (Weiss, 1978). Um ensino de natureza transmissiva, com forte recurso aos manuais escolares, continuava a ser o cenário mais frequente nas salas de aula (Coble & Rice, 1980; Department of Education and Science, 1978; Stake & Easley, 1978). A insuficiente formação dos/as professores/as deste nível de ensino foi identificada como uma das principais causas do relativo insucesso dos desenvolvimentos curriculares desta época (Harlen, 1983; James & Hord, 1988). Emergia a ideia segundo a qual “[n]ovos materiais, apesar de atrativos, baseados nas teorias psicológicas e por muito detalhados e sustentados que sejam, jamais poderão ser eficazes se os professores não forem capazes de os compreender e utilizá-los eficazmente” (Harlen, 1983, p. 151).

⁶ No ano letivo após a revolução de 25 de abril de 1974 entra em vigor um novo programa para o ensino primário, em substituição do programa de 1960/68. Provavelmente, devido à janela temporal curta que medeia o final de abril e o início do ano letivo, bem como o rescaldo revolucionário em que o país vivia, o texto programático incide, essencialmente, na 1ª classe e continua a contemplar a rubrica de ciências geográfico-naturais e, como tal, não foi alvo de análise no presente trabalho. Importa ainda mencionar que não foi possível encontrar nenhum normativo legal para a introdução, quer do programa 1974-75, quer para o programa de 1975.

⁷ Neste programa surge uma nova organização pedagógica que assentava na passagem do regime de classes, para o de fases de aprendizagem, duas fases de dois anos (Despacho Ministerial nº 24/A/74, de 2 de setembro).

Paralelamente, surgia uma nova visão da ciência fruto do trabalho desenvolvido no campo da História e Filosofia da Ciência e, na qual o livro de Thomas Kuhn (1996), “A Estrutura das Revoluções Científicas” é marco fundamental. A influência de Kuhn estende-se rapidamente à pesquisa em educação em ciência. Segundo estas novas perspectivas, a visão da ciência, promovida pela aprendizagem pela descoberta, era uma visão altamente distorcida, alicerçada em assunções erradas sobre a prioridade e segurança das observações, demasiado indutivista e que não antecipava as ideias prévias dos/as alunos/as (Cachapuz, Praia, Gil-Pérez, Carrascosa, & Terrades, 2001; Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007; Hodson, 1996; Millar & Driver, 1987).

Radicado neste movimento epistemológico e na (re)descoberta das teorias de Piaget e Vigotsky, surgem percursos educativos inspirados em pedagogias construtivistas que defendem que a ação do sujeito é determinante para a organização e estruturação do seu próprio conhecimento (Santos, 2005) e que, em pouco tempo, dominam a educação em ciências (Fensham, 1992; Matthews, 2002).

Segundo estas perspectivas, as ideias prévias dos/as alunos/as desempenham um papel crucial no processo de aprendizagem, de tal forma que, segundo Ausubel, Novak, e Hanesian (1978), o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o/a aluno/a já conhece. Esta visão levou muitos/as investigadores/as, no âmbito do ensino das ciências, a investigar e descrever as concepções alternativas que os/as aprendentes possuem relativamente a diferentes tópicos científicos (e.g. Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985). No âmbito dos primeiros anos de escolaridade, destaca-se o trabalho desenvolvido por Osborne e Freyberg (1985) e o projeto de investigação-ação, *Science Processes and Concept Exploration* (SPACE), levado a cabo entre 1987 e 1990 em Inglaterra, com o objetivo de explorar as ideias prévias das crianças e a possibilidade destas se alterarem em virtude de determinadas experiências de aprendizagem.

O papel ativo que o sujeito desempenha na (re)construção dos conhecimentos, no processo de aprendizagem das ciências, constitui outra característica transversal às correntes construtivistas. A aprendizagem passa a ser encarada como um processo que envolve mudanças nos conteúdos, assim como no sistema cognitivo para poder aprender esses conteúdos (Santos, 2005). A este nível surgem contudo perspectivas diversas, em larga medida, resultantes da maior ou menor ênfase atribuída à estimulação sociocultural no processo de aprendizagem - as abordagens construtivistas pessoais ou sociais.

As abordagens construtivistas pessoais, embora reconheçam a influência social, dão maior ênfase à construção do conhecimento e do pensamento pelo próprio sujeito. Segundo estas perspectivas, para que a acomodação ou mudança conceptual possa ocorrer, quatro condições devem estar reunidas: o/a aluno/a deve sentir-se insatisfeito com as suas ideias e as novas ideias devem ser inteligíveis, plausíveis e férteis (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982)

O construtivismo social, pelo contrário, atribui particular importância aos fatores socioculturais e inter-pessoais na construção do saber (Duit & Treagust, 1998). De acordo com esta visão, a aprendizagem envolve a passagem do plano social para o plano pessoal, sendo mediada por diferentes recursos semióticos, sendo a linguagem o mais importante (Kubli, 2005; Vygotsky, 1978). Os aspetos sociais de interação entre pares (aluno/a-aluno/a) e a interação aluno/a-professor/a, mas também os aspetos afetivos no desenvolvimento das aprendizagens assumem, de acordo com esta perspectiva, uma enorme relevância na educação em ciências (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994).

No final do século XX, a relação entre a ciência e a sociedade, assim como as aplicações tecnológicas da ciência reemergem como uma preocupação relevante no âmbito da educação, promovendo o surgimento de propostas curriculares seguindo uma abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS)⁸1 (Aikenhead, 2009). De acordo com os defensores desta abordagem, a educação deve ser humanística, orientada para os valores e relevante do ponto de vista pessoal, social e ambiental. O principal objetivo consiste em promover uma educação que fomente o desenvolvimento de competências, capacidades e valores para uma responsabilidade social na tomada de decisões coletivas relativamente à ciência e à tecnologia (Aikenhead, 2009; Solomon, 1993).

Neste quadro, a literacia científica (LC) surge como o grande objetivo da educação em ciências (Bybee, 1997; DeBoer, 1991, 2000). É neste contexto que se desenvolvem dois movimentos de reforma: o *Project 2061* sob a égide da *American Association for the Advancement of Science's* (AAAS); e os *National Science Education Standards*, elaborados pelo *National Research Council* (NRC).

O primeiro relatório do *Project 2061, Science for all Americans* (AAAS, 1989), apresentou uma definição geral e multidimensional da LC que incluía: a) a familiarização com o mundo natural e o reconhecimento da sua unicidade; b) a consciencialização das relações de dependência entre a ciência, a matemática e a tecnologia; c) a

⁸ Mais tarde esta perspectiva alargou-se à interação ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA).

compreensão de alguns conceitos e princípios chave da ciência; d) o desenvolvimento do pensamento científico; e) a compreensão da ciência, da matemática e da tecnologia enquanto empreendimentos humanos interdependentes, com potencialidades e limitações; f) e a utilização de conhecimentos e de formas de pensamento científico para propósitos pessoais e sociais. Ensinar menos, para ensinar melhor e a todos/as, era o princípio reclamado por este documento. Enfatizava-se a promoção de capacidades de pensamento em detrimento de conteúdos científicos detalhados e especializados.

Por outro lado, de acordo com os *National Science Education Standards* (NRC, 1996), a LC é entendida como “o conhecimento e compreensão de conceitos científicos, bem como dos processos necessários para a tomada de decisões a nível pessoal, para a participação em assuntos cívicos e culturais e, ainda, para a produtividade a nível económico” (NRC, 1996, p. 22). Refere ainda que,

a literacia científica também inclui a compreensão da natureza da ciência, o empreendimento científico, e o papel da ciência na sociedade e na vida pessoal (...) os/as alunos/as devem compreender o que a ciência é, o que a ciência não é, o que a ciência pode ou não fazer, e como a ciência contribui para a sociedade. (NRC, 1996, p. 21).

Embora não exista uma definição única de LC, uma visão consensual, centrada na busca e valorização dos aspetos tidos como transversais à grande maioria das definições, revela que a NC e o envolvimento dos/as alunos/as em atividades investigativas são consistentemente sublinhadas como dimensões relevantes na consecução da LC. Sem menosprezar outras dimensões da LC, é sobre estes aspetos que o presente estudo irá incidir. Sem prejuízo de adiante se explicitar de forma mais pormenorizada as razões desta escolha, salienta-se, desde já, que a prática docente não espelha a consensualidade e pertinência reconhecida em termos teóricos.

Em Portugal, em 1990, aquando da reforma do ensino básico e secundário, são aprovados novos programas para o 1º CEB⁹. No entanto, as mudanças internacionais não se fazem espelhar. No que se refere às ciências, para além da substituição da designação de Meio Físico e Social para Estudo do Meio, de um reforço da componente de Ciências da Natureza e da introdução das Ciências Físicas, há uma linha de continuidade relativamente ao programa de 1980 (Sá, 1996). Na esteira do programa anterior, os princípios orientadores e os objetivos do programa do Estudo do Meio parecem refletir alguma preocupação com aspetos inerentes à atividade científica em sala de aula. Nos pressupostos metodológicos há referência à importância da

⁹ Despacho 139/ME 90.

exploração ativa de contextos reais e ao trabalho prático em experiências de descoberta. Contudo, diferentes vozes têm referido problemas relativamente a este programa, em particular a falta de enquadramento teórico que fundamente as atividades práticas propostas e as justifique em termos da sua utilidade na educação científica dos/as alunos/as (Martins & Veiga, 1999; Sá, 1996). Importa ainda frisar que a reforma curricular de 90 surge apesar da inexistência de investigações sobre os impactos do programa anterior em matéria de ciências, bem como da avaliação quanto às necessidades dos/as professores/as do ponto de vista de educação científica (Sá, 1996).

A LC passou a constituir uma meta na educação em ciências no contexto português, em 2001¹⁰. Segundo o Currículo Nacional das Ciências Físicas e Naturais para o 3º ciclo (DEM, 2001) a promoção da LC requer o desenvolvimento de competências específicas, em diferentes domínios, a saber: o conhecimento (substantivo, processual, epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes. O conhecimento substantivo abrange competências de análise, discussão, aquisição de conhecimento, interpretação e compreensão. Por sua vez, o conhecimento processual está mais associado às competências na ação, na observação, na execução de atividades ou em investigações.

O conhecimento epistemológico relaciona-se com capacidades relativas à natureza da ciência e do conhecimento científico. A este nível

propõe-se a análise e debate de relatos de descobertas científicas, nos quais se evidenciem êxitos e fracassos, persistência e formas de trabalho de diferentes cientistas, influências da sociedade sobre a Ciência, possibilitando ao aluno confrontar, por um lado, as explicações científicas com as do senso comum, por outro a ciência, a arte e a religião. (DEM, 2001, p. 133).

As orientações curriculares relativas à área disciplinar de Ciências Físico e Naturais, reconhecem ainda as enormes vantagens da discussão de controvérsias sócio científicas atuais na promoção da LC.

A abordagem curricular por competências e o enfoque CTSA reveladas pelo processo de Reorganização Curricular do Ensino Básico, são aspetos chave desta reforma e que denunciam claramente as opções ideológicas em que os/as autores/as edificam o conceito de LC. Acresce ainda a importância e valorização conferida à NC como parte integrante da LC.

¹⁰ Decreto-Lei nº 6/2001.

Apesar desta reforma, não houve mudanças ao nível do programa de Estudo do Meio. Deste modo, no que diz respeito ao ensino das ciências no 1º CEB os/as professores/as passaram a organizar as suas práticas letivas de acordo com dois documentos curriculares: o currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais para o Estudo do Meio (DEB, 2001) e o programa do Estudo do Meio (DEB, 2004). Dado que estes dois documentos apresentam diferenças significativas quanto à mensagem que veiculam, torna-se evidente a maior complexidade que este fator introduziu na prática docente (Silva, Morais & Neves, 2013).

Tendo em vista o reforço dos saberes básicos e o desenvolvimento das competências essenciais nas áreas de Língua Portuguesa, Matemática e Estudo do Meio, o Despacho n.º 19575/2006, sobre as orientações para a gestão curricular no 1º CEB, definiu tempos mínimos semanais para as diferentes áreas (5 horas para o Estudo do Meio, metade para o Ensino Experimental das Ciências). A referência explícita ao Ensino Experimental das Ciências, denota a preocupação pela educação científica das crianças nos primeiros anos de escolaridade¹¹. No mesmo ano, a implementação do Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências, representa mais um sinal da importância atribuída às ciências nesta faixa etária¹².

O caminho percorrido em Portugal até esta data foi interrompido, iniciando-se um distanciamento face ao enquadramento mundial em matéria de educação. A revogação do Currículo Nacional do Ensino Básico, imposta pelo Despacho n.º 17169/2011 de 23 de dezembro, e as razões apontadas para a mesma, elevam os conhecimentos e a sua transmissão como a grande, e quase exclusiva, finalidade do ensino:

o documento [Currículo Nacional do Ensino Básico] insere uma série de recomendações pedagógicas que se vieram a revelar prejudiciais. Em primeiro lugar, erigindo a categoria de «competências» como orientadora de todo o ensino, menorizou o papel do conhecimento e da transmissão de conhecimentos, que é essencial a todo o ensino. Em segundo lugar, desprezou a importância da aquisição de informação, do desenvolvimento de automatismos e da memorização. Em terceiro lugar, substituiu objectivos claros, precisos e mensuráveis por

¹¹ Esta constatação não indica o apreço pela decisão. O esquiteamento dos tempos letivos é, em nosso entender, um mau prenúncio dado que poderá contribuir para aprofundar a disciplinarização do 1º ciclo esvaziando a lógica de um ensino integrado e globalizante de diferentes áreas do saber.

¹² Durante 2006 e 2010 este programa, de âmbito nacional, apresentava os seguintes objetivos: a) reforçar a compreensão da actual relevância de uma adequada educação em ciências para todos; b) promover a (re)construção de conhecimento didático de conteúdo; c) promover a exploração de situações didáticas; d) promover a produção, implementação e avaliação de atividades; e) desenvolver uma atitude de interesse, apreciação e gosto pela ciência e pelo seu ensino (Martins et al., 2006, pp. 12–14). Esta necessidade surge, por um lado, do reconhecimento da importância das competências dos/as professores/as no que respeita à implementação do ensino das ciências, mas também pelo reconhecimento que muito dos/as professores/as, em exercício, não tiveram uma formação adequada no domínio das ciências e pelo facto das metodologias adotadas em sala de aula, quer o tempo que lhe é dedicado serem ainda incipientes.

objectivos aparentemente generosos, mas vagos e difíceis, quando não impossíveis de aferir. (...) É decisivo que, no futuro, não se desvie a atenção dos elementos essenciais, isto é, os conteúdos, e que estes se centrem nos aspectos fundamentais. (Despacho n.º 17169/2011).

Ao valorizar o conhecimento, independentemente da sua aplicabilidade prática, bem como o desenvolvimento de automatismos e da memorização, assiste-se a um recuo no caminho então percorrido no domínio da educação em ciências. A introdução de provas finais de ciclo, no 4º, 6º e 9º ano nas disciplinas de Português e Matemática¹³, assim como a diminuição do tempo mínimo semanal para o Estudo do Meio, de 5 para 3 horas¹⁴, constituem algumas características desta política e que parecem denunciar o afastamento de Portugal, em matéria de educação em ciências nos primeiros anos de escolaridade, relativamente às recomendações internacionais (Osborne & Dillon, 2008).

Este cenário é particularmente preocupante dado que os argumentos que sustentam a importância de uma educação científica nesta faixa etária não só têm aumentado, como têm ganho força. Em virtude do papel cada vez mais presente da ciência e da tecnologia nas sociedades atuais, é cada vez mais consensual que a familiaridade com as ideias científicas é tão importante como a familiaridade com os números e outras formas de linguagem. Além disso, a ciência pode ajudar as crianças a pensar de uma forma lógica sobre os fenómenos do quotidiano, a resolver problemas simples, a desenvolver aprendizagens noutras áreas do saber contribuindo assim para a promoção do seu desenvolvimento intelectual e o desenvolvimento de atitudes positivas face à ciência (Eshach, 2006; Harlen, 1983). Acresce ainda o facto de vários estudos indicarem que a imagem sobre a ciência, e sobre os/as cientistas, se constrói durante os primeiros anos de escolaridade (Osborne & Dillon, 2008).

É à luz destes argumentos que se assume, neste trabalho, a relevância e pertinência de se apostar na melhoria do ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade. Se o conhecimento científico e tecnológico desempenha, cada vez mais, um papel preponderante na sociedade em que vivemos, a promoção de uma educação em ciências para todos, e para todas, que contribua para o desenvolvimento de indivíduos capazes de atuar na tomada de decisões e na resolução de problemas emerge como uma necessidade basilar da nossa sociedade (Millar & Osborne, 1998; Osborne, 2010; Roth & Barton, 2004).

¹³ Despacho Normativo n.º 24-A/2012, de 6 de dezembro.

¹⁴ Decreto-Lei n.º 91/2013, de 10 de julho.

(Re)inventar a formação de professores/as... uma necessidade

Os movimentos de reforma ocorridos nas últimas décadas têm produzido mudanças significativas nos currículos escolares e nas exigências que são colocadas aos professores e às professoras (AAAS, 1993; DEM, 2001; NRC, 1996; NGSS, 2013). A estes/as profissionais, é solicitado que adotem estratégias de ensino que promovam a aprendizagem não apenas de conteúdos científicos, como de aspetos relacionados com a NC e de atitudes positivas perante a ciência, e que implementem situações de aprendizagem motivadoras, com significado e relacionadas com o quotidiano dos/as estudantes (Tabela 1). Recomendações internacionais apontam ainda para a necessidade dos/as professores/as, de todos os níveis de ensino orientarem os/as alunos/as numa aprendizagem autorregulada na resolução de problemas e na tomada de decisão (Osborne & Dillon, 2008; Rocard, 2007).

Tabela 1

Mudanças de ênfase advogadas por diferentes documentos curriculares.

Adaptado de Anderson (2007) e NRC (1996).

Menor ênfase	Maior ênfase
Lida da mesma forma com todos/as os/as alunos/as	Compreende e responde aos interesses, potencialidades, experiências e necessidades individuais dos/as estudantes
Segue o currículo e o manual de forma rígida	Seleciona e adapta o currículo ao contexto de ensino
Incide na aquisição de informação por parte dos/as alunos/as	Incide na compreensão e utilização do conhecimento científico (em diferentes dimensões), das ideias e do processo investigativo
Transmite o conhecimento científico através da exposição oral, textos e demonstrações	Guia os/as alunos/as durante as investigações
Solicita aos alunos, e às alunas, que recitem o conhecimento adquirido	Providencia oportunidades para discussões científicas e debates entre os/as alunos/as
Avalia a aquisição de informação factual no final da unidade ou do capítulo	Avalia, continuamente, a compreensão dos/as alunos/as
Mantém a autoridade e a responsabilidade	Partilha a responsabilidade pela aprendizagem com os/as estudantes

Suporta a competição	Suporta uma comunidade de aprendizagem, através da cooperação, responsabilidade partilhada e respeito
Separa o conhecimento científico do processo científico	Integra todos os aspetos do conteúdo científico
Cobre vários tópicos científicos	Cobre poucos conceitos científicos
Implementa investigações como um conjunto de processos	Implementa investigações como uma estratégia de ensino e para o desenvolvimento de capacidades e ideias

Para que estes objetivos se concretizem, os/as professores/as têm de alterar as suas práticas de ensino, aspeto que se tem revelado difícil em todos os níveis de ensino e, em particular, nos primeiros anos de escolaridade (Banilower et al., 2013; Capps & Crawford, 2013; Fulp, 2002; Rowell & Ebbers, 2004). Um *survey*, realizado recentemente nos Estados Unidos (Banilower et al., 2013)¹⁵, refere que os/as professores/as dos primeiros anos de escolaridade se sentem menos preparados/as para ensinar ciências; dedicam menos tempo a esta área; e que o apoio disponibilizado pelas escolas no âmbito das ciências é menor comparativamente com a área da matemática e da leitura e escrita. O relatório aponta ainda que muitos professores/as acreditam que os conceitos científicos devem ser explicitados no início de uma sequência de ensino-aprendizagem e que as atividades práticas devem ser usadas essencialmente com um caráter confirmatório.

As ciências possuem ainda uma expressão subsidiária e residual nas práticas letivas ao nível dos primeiros anos de escolaridade, sendo que várias estratégias concorrem para isso: os/as professores/as ensinam o menos possível de ciência, focando-se essencialmente em tópicos onde sentem maior confiança (normalmente mais Biologia do que Física); valorizam aprendizagens procedimentais em vez de conceptuais; recorrem ao manual ou a procedimentos que fornecem instruções, passo a passo; e subvalorizam o questionamento e a discussão (Harlen, 1997).

Em Portugal, o cenário não é diferente (Galvão, Faria, & Freire, 2013; Martins et al., 2011; Paixão & Cachapuz, 1999). Mesmo a reorganização curricular ocorrida em 2001, fundamentada em perspetivas contemporâneas do ensino das ciências, não se traduziu,

¹⁵ Este *survey* foca-se no ensino da matemática e das ciências nos diferentes níveis de ensino sendo o quinto estudo desta natureza financiado pela *National Science Foundation*. O primeiro foi conduzido em 1977; o segundo foi realizado em 1985-86; o terceiro em 1993 e o quarto em 2000.

na prática, em mudanças efetivas do trabalho docente, dada a apropriação epidérmica dos conceitos centrais ao discurso educativo (Martins, Abelha, Costa, & do Céu Roldão, 2011). Mais de 80% dos/as estudantes do 3º CEB reportam que raramente realizam tarefas associadas a atividades investigativas, como planificar experiências, realizar experiências, utilizar material de laboratório, realizar atividades fora da sala de aula ou consultar outros recursos para além do manual escolar. O ensino das ciências continua a ser caracterizado por práticas transmissivas e com forte recurso ao manual escolar (Galvão, Faria, & Freire, 2013). Tendo em conta que as perspetivas veiculadas na maior parte dos manuais escolares “estão longe daquelas que são defendidas pelas correntes da Nova Filosofia da Ciência, surgindo mais em consonância com visões empírico-indutivistas” (Pereira & Amador, 2007, p. 213), é bem patente a disparidade entre as intenções e as ações.

Portanto, “embora os educadores falem de novos objetivos, proclamem novos *slogans* e alterem os currículos, o ensino e a aprendizagem nas salas de aula não revela grandes alterações” (Bybee, 1997, p. 210). Mas, se a prática docente não espelha a consensualidade e pertinência em redor destes argumentos, é fundamental “identificar quais os aspetos a alterar para modificar, de forma fundamental, o ensino e a aprendizagem” (Bybee, 1997, p. 210). Claramente, acolher no currículo inovações didáticas em ciências não é suficiente.

De facto, as alterações requeridas pelas reformas educativas, no que se refere às formas de ensinar, têm que ser acompanhadas de alterações nas práticas de formação, necessidade reconhecida por Nóvoa (1992) ao mencionar que “[n]ão há ensino de qualidade, nem reforma educativa, nem inovação pedagógica, sem uma adequada formação de professores” (p.9). A formação de professores/as apresenta-se assim como uma componente nuclear e crítica para a mudança ou inovação das práticas curriculares (Buchberger, Campos, Kallós, & Stephenson, 2000; Osborne & Dillon, 2008).

É verdade que no contexto nacional a formação inicial de professores/as dos primeiros anos de escolaridade tem sofrido alterações, quer em termos gerais, quer ao nível das ciências físicas e naturais. Por exemplo, na década de 80, introduziu-se a disciplina de Ciências da Natureza no currículo das Escolas do Magistério Primário (Sá, 1996)¹⁶. Foi igualmente neste período que se criaram as Escolas Superiores de Educação e que, a

¹⁶ Contudo, na perspetiva de Sá (1996), esta inclusão não era isenta de insuficiências, uma vez que a disciplina estava reduzida à Biologia com uma extensão às Ciências da Terra e, pelo facto de tal formação não contemplar uma perspetiva metodológica do ensino das ciências, na escola primária, que desse acolhimento às novas tendências nos países mais desenvolvidos.

par com as Universidades, substituíram as Escolas do Magistério Primário que, até então, eram responsáveis pela formação dos/as docentes. As mudanças continuaram, fruto da Lei de Bases do Sistema Educativo, aprovada em 1986¹⁷ e do processo de Bolonha que consagraram, respetivamente, a licenciatura e o mestrado como a habilitação mínima para o exercício da docência¹⁸.

Mas, tal como noutros países da Europa, este aumento da duração dos programas de formação não tem sido acompanhado de uma mudança substancial em termos de filosofia de formação (Buchberger et al., 2000). Tal como Cachapuz, Praia, Paixão, e Martins (2000) referem a

inovação apela, naturalmente, para um outro quadro de formação de professores. A questão não é somente organizativa, mas sobretudo de filosofia de formação. Se queremos (re)estruturar e mudar as perspetivas e as orientações temos que, com os professores, desenvolver um trabalho de formação, de exigência continuada, capaz de conduzir a mudanças de perspectivas e, posteriormente, a novas práticas – a práticas inovadoras pelas atitudes e valores que introduzem para fazer emergir uma outra cultura de educação científica. (p.122)

É por isso fundamental que as instituições de formação se reinventem, procurando novos modelos de formação que possam ajudar, efetivamente os/as futuros/as professores/as a gerir e implementar as solicitações que lhes são exigidas (Nóvoa, 1992; Roth & Lavoie, 2001). Nesta perspetiva, cabe às instituições de formação:

um importante papel de fornecer oportunidades diversas de formação, procurando melhorar a adequação da sua oferta às necessidades dos professores e, para isso, constituindo-se elas próprias como unidades de investigação e desenvolvimento curricular. Investigar sobre a sua própria prática de formação é uma condição para o progresso profissional de todo o formador e de toda a instituição de formação (Ponte, 1998, p. 36).

Qualquer proposta formativa baseia-se, necessariamente, num conjunto de princípios e pressupostos acerca da formação de professores/as que importa descrever. Em primeiro lugar, identificam-se os saberes que um/a professor/a deve desenvolver para ensinar, em consonância com os atuais movimentos de reforma e, em segundo lugar,

¹⁷ Decreto-Lei n.º14/86 de 14 de outubro.

¹⁸ Desde os anos 90, há condições de igualdade, ao nível de habilitações profissionais, de todos os educadores/as e professores/as do ensino não superior em Portugal (Lei n.º 115/97, de 19 de setembro de 1997).

descrevem-se características que a formação de professores/as deve apresentar para que possa promover o desenvolvimento desses saberes.

Conhecimento profissional

Compreender quais os conhecimentos que o/a professor/a necessita para poder ensinar tem sido uma das grandes metas da investigação, no âmbito da formação dos/as professores/as. Foi neste contexto que surgiu o conceito de “conhecimento de base” ou “conhecimento profissional” (Garcia, 1999).

A necessidade de os/as professores/as possuírem um conhecimento adequado dos conteúdos que têm de ensinar é amplamente reconhecida. No entanto, as categorias englobadas neste tipo de conhecimento, assim como as suas designações, variam. Shulman (1986) explicitou, inicialmente, três categorias distintas no âmbito do conhecimento de conteúdo (CC): o conhecimento propriamente dito (os factos e os conceitos de uma disciplina); o conhecimento das estruturas substantivas (como o conhecimento é organizado, as estruturas e quadros explicativos de uma disciplina); e o conhecimento das estruturas sintáticas (os meios pelos quais o novo conhecimento é introduzido e aceite na comunidade). Seguindo a mesma linha de pensamento, Grossman, Wilson, e Shulman (1989) propuseram quatro domínios distintos: conhecimento de conteúdo, conhecimento substantivo, conhecimento sintático e crenças sobre a disciplina (compreendendo tanto aspetos de natureza epistemológica, o que é a ciência e como se constrói o conhecimento científico, como as concepções sobre o que é importante saber relativamente a uma determinada disciplina¹⁹). Segundo os referidos autores,

[o]s/as professores/as com falta de conhecimento da estrutura sintática da disciplina não incorporam esse aspeto no seu currículo. Acreditamos que, conseqüentemente sofrem o risco de interpretar erradamente os conteúdos que ensinam (...) os/as professores/as que não compreendem o papel que a investigação desempenha nas suas disciplinas não serão capazes de o representar adequadamente (p.30).

Mais tarde, e após uma revisão da literatura, Gess-Newsome (1999b) identificou cinco categorias no âmbito do CC: i) conceptual; ii) estrutura da disciplina; iii) natureza da disciplina; iv) orientações específicas de conteúdo para o ensino; v) influências

¹⁹ Apesar da distinção realizada entre conhecimento e crenças, os autores reconhecem que a fronteira entre os dois constructos é ténue.

contextuais no âmbito da implementação do currículo. O conhecimento conceptual foi definido como os factos, conceitos, princípios e produtos da disciplina. A estrutura disciplinar era perspectivada de forma semelhante à definição anteriormente avançada para o conhecimento substantivo. A natureza da disciplina englobava o conhecimento da história, filosofia e sociologia da disciplina, assim como dos valores e assunções inerentes ao desenvolvimento do conhecimento disciplinar. As orientações para o ensino compreendiam as crenças acerca do ensino e aprendizagem da disciplina.

Importa frisar que, independentemente das diferentes definições de CC, a importância dos/as professores/as saberem mais do que apenas factos, termos e conceitos é bastante consensual. Por outras palavras, os/as professores/as devem desenvolver conhecimento científico, mas também conhecimento sobre a ciência, isto é, sobre a sua natureza (Hodson, 2009; Millar & Osborne, 1998). Assim, no presente trabalho, o termo conhecimento de conteúdo será adotado para designar um conhecimento amplo da ciência, incluindo conhecimento substantivo²⁰ e conhecimento sobre a NC²¹. O conhecimento substantivo englobará conhecimento acerca dos termos, factos e conceitos, assim como das estruturas organizativas da disciplina, enquanto que o conhecimento sobre a NC compreenderá as concepções e crenças referentes à natureza das metodologias científicas e do conhecimento científico (ver capítulo “natureza da ciência”).

O conhecimento sobre a NC constitui um dos temas nucleares desta investigação. A dimensão estruturante que este conhecimento possui em termos de desenvolvimento da LC sustenta esta opção (Allchin, 2013; AAAS, 1993; Bybee, 1997; Hodson, 2009; Matthews, 2012; McComas, Clough, & Almazroa, 1998; NRC, 1996). Segundo Hodson (2008), as/os cidadãos/os apenas podem ser considerados cientificamente literatos “se possuírem um entendimento robusto e autêntico do que é a ciência, como é que funciona, o que os/as cientistas fazem, como é que a ciência se desenvolve e muda ao longo do tempo em resposta às pressões socioculturais e económicas” (p. 23).

A importância deste tipo de conhecimento é largamente reconhecida pela comunidade de educadores/as, filósofos/as e historiadores/as da ciência, sendo possível encontrar argumentos que sustentam esta visão, desde o início do século dezanove (Matthews, 2012). Para fundamentar a importância do ensino sobre a NC, Driver, Leach, Millar, e

²⁰ Englobando assim o conhecimento conceptual e a estrutura da disciplina (Gess-Newsome, 1999b); o conhecimento propriamente dito e o conhecimento da estrutura substantiva (Shulman, 1986, 1987).

²¹ O conceito “conhecimento sintático” (constructo mais frequente na literatura sobre formação de professores/as) compreende aspetos referentes à natureza das metodologias científicas e do conhecimento científico (Anderson & Clark, 2012; Gilbert, 2010), ou seja, aspetos referentes à natureza da ciência, termo mais frequente no âmbito da educação em ciência.

Scott (1996) identificaram cinco argumentos distintos: utilitário; democrático; cultural; moral; e aprendizagem da ciência. O argumento utilitário relaciona-se com a galopante necessidade de compreender a ciência e manipular instrumentos técnicos, no dia-a-dia. Este argumento está estritamente relacionado com justificações de natureza democrática e cultural. Por um lado, compreender a NC influencia “a compreensão de assuntos sócio científicos e a participação em processos decisórios” (p.18), por outro lado, contribui para perspetivar “a ciência como um elemento essencial da cultura contemporânea” (p.19). Portanto, acredita-se que, se os/as alunos/as compreenderem os limites do conhecimento científico poderão tomar decisões mais informadas sobre problemas sociais e pessoais de cariz científico. Já o argumento de cariz moral salienta que a abordagem da NC poderá contribuir para uma maior consciencialização sobre as normas da comunidade científica e os compromissos morais, de valor geral, que elas encerram. Por fim, apontam que o desenvolvimento de entendimentos mais informados sobre a NC poderá contribuir para a compreensão de conhecimentos substantivos.

Como tal, no âmbito da formação de professores/as a NC é tão importante, se não mais importante, do que o desenvolvimento de conhecimento substantivo. Assim, dotar os/as futuros/as professores/as de uma compreensão sobre a NC constitui um pré-requisito para aumentar a LC, sendo necessário encontrar estratégias para que a formação inicial de professores/as possa contribuir, de forma mais efetiva, para uma compreensão mais holística do que é a ciência e de como o conhecimento científico é produzido.

Apesar de necessário, o conhecimento de, e sobre ciência, continua a constituir apenas uma parcela do vasto conhecimento base necessário para ensinar. Shulman (1987), além do CC, identificou seis outras categorias no âmbito do conhecimento base: conhecimento pedagógico geral; conhecimento curricular; conhecimento pedagógico de conteúdo (CPC); conhecimento dos/as estudantes e das suas características; conhecimento dos contextos educativos; e conhecimento das finalidades, propósitos, valores da educação e dos seus fundamentos filosóficos e históricos (p.8).

Relativamente às diferentes categorias enumeradas, o autor destacou o CPC como a categoria potencialmente diferenciadora do entendimento de um especialista, numa determinada área, relativamente à de um/a professor/a dessa mesma área. Para Shulman (1986), era o CPC que permitia selecionar as estratégias mais adequadas ao ensino de conteúdos específicos, tornando-os mais compreensíveis ao aluno e à aluna. O CPC incluía o conhecimento sobre como ensinar um conteúdo a um grupo particular de alunos/as, num contexto específico, compreendendo duas categorias distintas, as representações (habitualmente designadas por estratégias de ensino) e o conhecimento

das dificuldades dos/as alunos/as no que concerne aos conteúdos científicos (Shulman, 1986, 1987). Os trabalhos de Grossman (1990) e Magnusson, Krajcik, e Borko (1999) baseiam-se nesta linha de pensamento, conceptualizando o CPC como um domínio único do conhecimento do/a professor/a, resultante da transformação do conhecimento de conteúdo, de contexto e pedagógico.

No entanto, investigadores e investigadoras apresentam visões conflituosas sobre a extensão e relação entre os diferentes domínios do conhecimento de base originando discussões profundas sobre a própria natureza do CPC (Abell, 2008; Kind, 2009). Em virtude destas divergências, Gess-Newsome (1999a) propôs dois modelos distintos, correspondendo a duas visões extremistas quanto à formação do CPC, e à sua relação com o CC: os modelos transformativos e os modelos integrativos. Nos modelos integrativos o CPC não existe, como um domínio de conhecimento, correspondendo à intersecção entre os conhecimentos pedagógico, de conteúdo e de contexto. Os conhecimentos podem ser desenvolvidos em separado e é a ação docente que irá originar a sua integração. Ensinar, segunda esta perspetiva, seria o ato de integrar o conhecimento através desses três domínios. Já nos modelos transformativos, o CPC corresponde à transformação do conhecimento pedagógico, de conteúdo e do contexto; os conhecimentos base iniciais são totalmente transformados resultando num novo conhecimento, o CPC.

Não obstante estas controvérsias, o CPC continua a ser considerado um constructo útil, em particular em matéria de formação de professores/as (Abell, 2008) e, como tal, será adotado na presente investigação.

No âmbito da educação em ciência, o modelo proposto por Magnusson et al. (1999) tem sido um dos modelos mais adotado. Segundo este modelo, o conhecimento de conteúdo, de contexto e pedagógico transformam-se dando origem ao CPC. Cinco domínios distintos são incluídos no CPC:

1. Orientações sobre o ensino e a aprendizagem das ciências – englobam o conhecimento e as crenças sobre os propósitos e os objetivos de ensinar ciências num determinado nível de ensino, bem como uma forma geral de ver ou conceptualizar o ensino das ciências. Este conhecimento norteia a forma como o/a professor/a planifica, implementa e reflete.
2. Conhecimento dos currículos de ciências – isto é, o entendimento das suas finalidades e objetivos, da articulação entre as orientações e os conteúdos a abordar, bem como, dos materiais relevantes para o ensino dos tópicos incluídos no currículo.
3. Conhecimento do modo como os/as alunos/as compreendem a ciência - mais precisamente, a forma como decorre a aprendizagem de determinados conteúdos, as

dificuldades inerentes a essa aprendizagem, e respectivas causas, e os pré-requisitos necessários a essa aprendizagem.

4. Conhecimento sobre a avaliação em ciências – quer ao nível das vertentes da aprendizagem alvo de avaliação, quer ao nível das metodologias mais apropriadas para essa avaliação.

5. Conhecimento das estratégias de ensino – em termos genéricos e específicos do conteúdo.

Ao longo dos últimos anos diferentes adaptações têm sido sugeridas a este modelo. Por exemplo, Park e Oliver (2008), com base num estudo empírico, propuseram a introdução de um novo domínio - a eficácia do/a professor/a - no âmbito do CPC.

Entre os cinco domínios, inicialmente definidos por Magnusson et al. (1999), as orientações relativamente ao ensino têm merecido particular atenção. Nove orientações diferentes foram identificadas em virtude do objetivo e das características do ensino das ciências: processo; rigor académico; didática; mudança conceptual; atividade dirigida; descoberta; baseada em projetos; investigação; e investigação dirigida. Por exemplo, uma orientação didática implica a transmissão de conhecimentos, enquanto uma orientação baseada na descoberta visa que os/as alunos/as descubram, de forma autónoma, os conceitos científicos. Magnusson et al. (1999) ressaltam que uma determinada estratégia de ensino pode ser característica de diferentes orientações, consoante o propósito com que é implementada.

Abell (2007), ao analisar os diferentes estudos nesta temática, concluiu que as orientações relativamente ao ensino influenciam a aprendizagem e a prática dos/as professores/as, embora essa influência não seja direta, e que as orientações são muito menos coerentes e muito mais específicas do contexto do que a literatura teórica tinha previsto. Além disso, os estudos sugerem que as orientações podem mudar ao longo do tempo; que habitualmente os/as professores/as não têm um conhecimento tácito do seu quadro conceptual; e que embora os/as professores/as possuam ou valorizem uma série de orientações para guiarem a sua prática, o conjunto de estratégias de ensino que adotam é mais limitada. Por fim, a autora sugere que as orientações relativamente ao ensino constituem um constructo confuso, carecendo de uma maior clareza.

Diferentes problemas foram igualmente identificados por Friedrichsen, Driel, e Abell (2011), após analisarem a origem das orientações relativamente ao ensino e a sua utilização: 1) o constructo é utilizado de formas distintas e pouco claras; 2) a relação entre as orientações e os restantes componentes do modelo é pouco clara ou ausente; 3) a atribuição de apenas uma, das nove orientações identificadas; 4) ou a invisibilidade desta dimensão. Em virtude desta análise propõem que o constructo abarque três

dimensões: “crenças sobre os objetivos e propósitos do ensino das ciências, crenças sobre a natureza da ciência e crenças sobre o ensino e a aprendizagem das ciências” (Friedrichsen et al., 2011, p. 373).

Apesar de se reconhecer a importância destes três aspectos, no âmbito desta investigação, será adotada uma posição distinta. O conhecimento sobre a NC é aqui entendido como uma categoria do CC que, tal como o conhecimento substantivo, influencia o CPC. Assim, no âmbito das orientações, apenas será contemplado o conhecimento e as crenças acerca do ensino e da aprendizagem das ciências, assim como as finalidades e os objetivos dessa aprendizagem. Desta forma, conceptualiza-se a existência de um conhecimento pedagógico tanto de conteúdos substantivos como de conteúdos sobre a NC, sendo este último aspecto pouco valorizado na formação de professores/as.

Ainda no âmbito das orientações relativamente ao ensino importa salientar a importância que a orientação investigativa ocupa no movimento de reforma da educação em ciência. De acordo com o *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000), “tão importante como os/as professores/as perceberem a investigação científica, desenvolverem competências para conduzirem investigações e aprenderem conceitos através de atividades investigativas, os/as professores/as também precisam de aprender como ensinar através desta abordagem” (p. 101). Tratando-se de um aspecto estruturante, no âmbito da educação em ciência, o ensino por investigação deve constituir um aspecto chave na formação inicial de professores/as (ver capítulo “ensino por investigação”).

Princípios chave na formação de professores/as

Identificados os saberes que um/a professor/a deve desenvolver, para ensinar em consonância com os atuais movimentos de reforma, uma nova questão emerge: Como é que a formação de professores/as pode promover e suportar o desenvolvimento desses conhecimentos, competências e disposições?

Ao longo das últimas décadas vários/as investigadores/as têm procurado identificar características comuns a experiências de formação de sucesso (e.g. Abdal-Happ, 1996; Little, 1993; Putnam & Borko, 1997; Wilson & Berne, 1999). Não obstante a variação em termos de número, as diferentes características propostas apresentam, quanto à sua

natureza, um elevado nível de convergência. Associadas a estas características estão, obviamente, determinadas assunções e perspectivas quanto à natureza da aprendizagem e do conhecimento.

A necessidade de uma elevada coerência entre os pressupostos que uma determinada formação advoga e as atividades que propõe é amplamente reconhecida. É importante planejar experiências de aprendizagem tendo por base assunções sobre a aprendizagem, e como a promover, que sejam consistentes com as abordagens pedagógicas a serem usadas com os/as alunos/as (Abell, Appleton, & Hanuscin, 2010; Gilbert, 2010; Putnam & Borko, 1997; Wallace, 2003). Não basta apresentar e discutir práticas relevantes, é fundamental que as mesmas sejam adotadas na formação de professores/as, de forma a fomentar o diálogo entre a teoria e a prática (NRC, 1996, 2000). Por outras palavras, é essencial que os/as futuros/as professores/as experienciem estas novas visões da educação enquanto alunos/as e que reflitam sobre elas enquanto candidatos/as a professores/as (Putnam & Borko, 1997).

Além da coerência entre o que se defende, em termos de educação científica para os/as alunos/as, e o que se pratica em termos de formação de professores/as, é igualmente importante ter em conta aspetos específicos sobre o ensino e aprendizagem dos/as futuros/as professores/as (Abell et al., 2010; Putnam & Borko, 1997).

A este nível é importante lembrar que aprender a ensinar é um *continuum* que se inicia muito antes do ingresso na formação inicial de professores/as. Na verdade, os/as candidatos/as a professores/as apresentam, em virtude das suas experiências escolares, uma grande familiaridade com o contexto no qual vão exercer a sua função. Esta aprendizagem por observação (*apprenticeship of observation*), apesar de inconsciente e não intencional, contribui para a configuração de um sistema de crenças acerca do ensino e do que significa ser professor/a (Bullough, 1997; Feiman-Nemser & Remillard, 1996; Feiman-Nemser, 2001)²².

²² Diferentes termos têm sido utilizados para designar o sistema de crenças que os/as futuros/as professores/as possuem, como concepções, visões, orientações, teorias privadas, teorias implícitas, imagens, entre outros. Neste âmbito surgem também entendimentos distintos quanto à relação entre crenças e conhecimentos. Smith e Siegel (2004) identificam cinco relações distintas: o conhecimento e as crenças são constructos separados com impacto recíproco; as crenças são perspectivadas como uma parte integrante do conhecimento; o conhecimento e as crenças são inseparáveis dado que não correspondem a identidades distintas e, como tal, não é feito qualquer esforço para os distinguir; o termo crença é utilizado para identificar concepções ingenuas e o termo conhecimento implica a presença de constructos cientificamente aceites; os termos são utilizados de forma indistinta com a assunção tácita que as diferenças serão interpretadas no contexto da investigação. Ainda que na revisão da literatura se adotem os termos presentes nos textos consultados, para o desenvolvimento da presente investigação, será privilegiado o termo concepção, aqui entendido como “uma estrutura mental mais geral, abrangendo as crenças, significados, conceitos, proposições, regras, imagens mentais, preferências, etc.” (Thompson, 1992, p.130).

O desenvolvimento de crenças e conhecimentos sobre o ensino é igualmente influenciado por outras experiências, nomeadamente, as experiências pessoais e as experiências com o conhecimento formal (Richardson, 1996)²³. A experiência pessoal inclui aspetos da vida que moldam determinada visão do mundo, as crenças em relação a si próprio e aos outros, as ideias sobre a relação entre escola e a sociedade, e outros entendimentos sobre a família e a cultura. A experiência com o conhecimento formal está intimamente relacionada com os conteúdos trabalhados na escola e engloba as crenças sobre as matérias que se ensinam e o modo como se devem ensinar.

Quando se pretende desenhar um programa, no contexto da formação inicial de professores/as, este retrato temporal sobre o processo de aprender a ensinar é de extrema importância, em particular, quando se advoga uma perspetiva construtivista da aprendizagem. Tal como Putnam e Borko (1997) reforçam, os/as futuros/as professores/as “constroem novo conhecimento e entendimentos com base naquilo que já conhecem e acreditam” (p.1125). Estas crenças funcionam, por isso, como uma lente a partir da qual as experiências decorrentes da formação inicial são interpretadas. Podem ainda constituir uma barreira à mudança, limitando as ideias que os/as professores/as em formação são capazes e estão recetivos a valorizar, tornando-se elas próprias importantes alvos de mudança (Feiman-Nemser, 2001; Magnusson et al., 1999; Putnam & Borko, 1997; Richardson, 1996).

Apesar da importância deste conhecimento prévio, várias evidências sugerem que a maioria dos/as futuros/as professores/as “completa o programa de formação inicial sem ter examinado as bases das suas crenças mais elementares (...) raramente se consciencializam acerca das assunções nas quais operam (McDiarmid, 1990, p. 13). Segundo Bullough (1997), a grande dificuldade em promover a mudança de conceções prende-se, principalmente, com o facto de estas não serem analisadas de uma forma sistemática ao longo da formação inicial. Programas que visem ajudar os/as formandos/as a pensar e a ensinar de formas diferentes devem, por isso mesmo, criar espaços para que essas conceções sejam explicitadas e, em alguns casos desafiadas (Bullough, 1997; Feiman-Nemser & Remillard, 1996; Feiman-Nemser, 2001; Putnam & Borko, 1997).

A aprendizagem dos/as professores/as não é, contudo, apenas o resultado de um processo individual, dado que os processos sociais e culturais são extremamente relevantes na construção desse conhecimento (Greeno, Collins, & Resnick, 1996;

²³ Tal como é referido pela autora, estas categorias não são mutuamente exclusivas, podendo ser estudadas em conjunto.

Palincsar, 1998). Segundo esta perspectiva, a aprendizagem corresponde a um processo através do qual se aprende a participar no discurso e na prática de uma determinada comunidade, através da observação e da interação, ou seja, como um processo de enculturação numa comunidade (Cobb & Bowers, 1999; Driver et al., 1996).

Esta visão tem as suas origens na ideia defendida por Lev Vygotsky de que as explicações sobre os processos psicológicos deviam focar-se nos processos históricos, culturais e sociais na qual o indivíduo está imerso e que a unidade de análise mais básica do desenvolvimento humano, e da aprendizagem, devia ser a palavra e não o indivíduo (Vygotsky, 1978).

A partir dos trabalhos deste autor, diferentes abordagens têm emergido (Greeno, 1997; Lave & Wenger, 1991; Lave, 1988; Rogoff, 1990). Por exemplo, Lave e Wenger (1991) argumentam que para compreender melhor a aprendizagem é fundamental “mudar o foco analítico do indivíduo como alguém que aprende, para a pessoa que aprende participando no mundo social e do conceito de processo cognitivo para a visão da prática social” (p.43). Situam a aprendizagem não na aquisição de estruturas, mas no acesso dos aprendizes a práticas. Ideia semelhante é defendida por Rogoff (1990) ao considerar a aprendizagem como um processo semelhante ao de um *apprenticeship*. De uma forma geral, estas visões possuem, como principal premissa, a ideia que a aprendizagem e o desenvolvimento ocorrem à medida que uma pessoa participa nas atividades socioculturais de uma comunidade, transformando os seus entendimentos, papéis e responsabilidades.

Além disso, o conhecimento deixa de ser visto como uma representação abstrata e descontextualizada, situada na mente, e passa a ser encarado como um processo construtivo que emerge de situações e contextos específicos. Por outras palavras considera-se que “a aprendizagem e a cognição são, fundamentalmente, situadas” (Brown, Collins, & Duguid, 1989, p. 32). De acordo com este referencial, o contexto na qual uma atividade tem lugar, constitui um elemento fundamental dessa atividade e a atividade, por sua vez, é parte integrante da aprendizagem que tem lugar dentro desse contexto (Lave & Wenger, 1991; Putnam & Borko, 1997).

Uma consequência natural desta visão, no âmbito da formação de professores/as, diz respeito à importância de se criarem comunidades ou de se estabelecerem parcerias e colaborações com comunidades já existentes, nas quais os/as (futuros/as) professores/as se possam envolver numa aprendizagem ativa e reflexiva sobre a ciência e o o seu ensino (Gilbert, 2010; Putnam & Borko, 1997; Wallace, 2003). Como tal, em

vez de se questionarem sobre que tipo de processos cognitivos e que tipo de estruturas estão envolvidas na aprendizagem, os/as formadores/as de professores/as devem refletir sobre que interações sociais criam um contexto adequado para que a aprendizagem tenha lugar (Lave & Wenger, 1991; Orey & Nelson, 1997). Surgem, contudo, questões sobre o tipo de comunidades e a natureza do discurso que deve ser suportado, bem como o papel dos outros no suporte da aprendizagem dentro dessas comunidades (Putnam & Borko, 1997).

No âmbito da formação de professores/as de ciências, parcerias entre a comunidade científica e a comunidade educativa poderão ser de extrema relevância (France & Compton, 2012) sendo essa a premissa assumida nesta investigação. Assim, para se desenhar um programa de formação é necessário, além de determinar os conhecimentos que os professores/as precisam para ensinar, identificar experiências que promovam essas aprendizagens e determinar os contextos apropriados para as situar (Putnam & Borko, 1997). Partindo desta visão, é extremamente relevante que os ambientes de aprendizagem:

- providenciem um contexto autêntico que reflita a forma como o conhecimento será/é usado na vida real;
- providenciem atividades autênticas;
- disponibilizem acesso à atuação dos *experts* e à modelação dos processos;
- providenciem múltiplos papéis e perspetivas;
- suportem a construção colaborativa do conhecimento;
- forneçam *coaching* e *scaffolding*²⁴ em momentos críticos;
- promovam a reflexão para que a abstração se possa formar;
- enfatizem a articulação para que o conhecimento tácito se torne explícito. (Herrington & Oliver, 2000).

A natureza das atividades e, em particular, a sua autenticidade passa a ter uma enorme relevância no âmbito da formação de professores/as (Brown et al., 1989; Putnam & Borko, 2000). De facto, nos últimos anos, a expressão “atividades autênticas”, tem adquirido uma grande popularidade no seio da educação em ciência, apesar de nem sempre o seu significado ser coincidente (Bencze & Hodson, 1999; Martin, Kass, & Brouwer, 1990). Buxton (2006), após uma revisão da literatura, identificou três significados diferentes associados ao termo:

- i) autenticidade canónica (*canonical authenticity*) - a autenticidade é descrita de forma semelhante aos princípios, quer da ciência ocidental, quer da educação em ciência. Segundo

²⁴ Optou-se por manter algumas palavras no original quando a tradução impossibilitava uma correta apropriação do seu significado.

esta visão, quanto maior for a semelhança com a investigação conduzida pelos/as cientistas, maior será o nível de autenticidade das atividades.

ii) autenticidade centrada nos/as alunos/as (*youth-centered authenticity*) - os interesses, motivações, necessidades e desejos constituem a essência da autenticidade, a partir de uma perspectiva centrada no/a aluno/a.

iii) autenticidade contextual (*contextual authenticity*) - tenta conciliar os objetivos das duas primeiras categorias. Pode ser encarado como um conceito híbrido entre a autenticidade canônica e a centrada nos/as alunos/as.

A noção de autenticidade, tal como entendida neste estudo, refere-se às práticas habituais da cultura (Brown et al., 1989, p. 34) e que, no âmbito das ciências, diz respeito às práticas conduzidas pelos/as cientistas, no seio da comunidade científica.

Apesar dos fortes apelos no sentido de tornar as atividades mais autênticas, os conceitos das disciplinas são habitualmente apresentados aos futuros professores e às futuras professoras, dissociados do contexto, da comunidade e da cultura na qual adquirem sentido e significado (Roth & Lavoie, 2001).

É por isso urgente que as atividades, tanto no âmbito do ensino básico e secundário, como ao nível da formação de professores/as se tornem mais autênticas. Mas, a realização dessas atividades pode ter lugar em diferentes contextos. Barab e Hay (2001), a este propósito, distinguem dois modelos distintos: o modelo de simulação e o modelo de participação. No modelo de simulação é criado um ambiente que suporta a realização de atividades investigativas (“fazer ciência”). Neste modelo parte-se do pressuposto que “o ambiente (quer em termos de objetivos, práticas, instrumentos e relações entre pares) deve ser tornado tão semelhante, quanto possível, das comunidades de prática fora da escola” (Hay & Barab, 2001, p. 313). Trata-se de uma ideia semelhante ao de *cognitive apprenticeship*, proposta por Brown et al. (1989), um método desenhado para “enculturar estudantes em práticas autênticas através de atividades e interações sociais” (p. 37) na escola. No modelo de participação, os/as formandos/as fazem ciência “*at the elbows*” dos/as cientistas. Em grande medida este modelo assemelha-se à ideia de “imersão no mundo dos cientistas” (Loucks-Horsley, Love, Stiles, Mundry, & Hewson, 2003) ou aprendizagem por *apprenticeship* (Lave & Wenger, 1991), e será o modelo adotado no âmbito deste estudo (ver capítulo “experiências investigativas em contextos reais de ciência”).

Síntese

Nas últimas décadas tem havido um movimento de reforma da educação em ciências que advoga o desenvolvimento da literacia científica de todos os indivíduos como uma das suas principais finalidades e que tem provocado mudanças significativas nos currículos escolares. Neste movimento, o ensino por investigação e o ensino sobre a NC constituem aspetos nucleares (AAAS, 1993; DEM, 2001; NRC, 1996; NGSS, 2013).

Porém, “a questão central da inovação curricular não é tanto a construção de novos currículos, ainda que relevante, mas sobretudo o que os professores dele vão fazer” (Cachapuz, 1997, p. 145) e, a este nível, a grande maioria das evidências sugere que a realidade das escolas e as aprendizagens dos/as estudantes pouco mudou (Banilower et al., 2013; Capps & Crawford, 2013; Fulp, 2002; Martins et al., 2011; Rowell & Ebbers, 2004). Denotam também que, nos primeiros anos de escolaridade, as ciências apresentam ainda uma expressão subsidiária e residual nas práticas letivas (Harlen, 1997; Sá, 1996, 2002)

Claramente, acolher no currículo inovações didáticas não é suficiente. As alterações requeridas pelas reformas educativas, no que se refere às formas de ensinar, têm que ser acompanhadas de alterações nas práticas de formação. Mais do que acompanhar as reformas educativas, e os novos enquadramentos legais, numa lógica de reação, defende-se uma postura mais ativa e dinâmica, por parte das instituições de formação. Estas instituições devem assumir um papel inovador, oferecendo aos seus formandos, e às suas formandas, alternativas pedagógicas que potenciem a construção de uma nova conceção do que é ser professor/a e da prática docente, em harmonia com os novos paradigmas da educação em ciências (Buchberger et al., 2000; Nóvoa, 1992; Osborne & Dillon, 2008; Roth & Lavoie, 2001).

É fundamental que a formação aposte numa maior coerência entre os pressupostos que advoga e as atividades que propõe e que reconheça o papel ativo dos/as (futuros/as) professores/as na construção do seu conhecimento. Tendo por base uma perspetiva social e situada da aprendizagem, é igualmente vital estabelecerem-se novas parcerias e colaborações que originem contextos e experiências autênticas que promovam uma aprendizagem ativa, colaborativa e reflexiva sobre a ciência e o seu ensino (Abell, Appleton, & Hanuscin, 2010; Gilbert, 2010; Putnam & Borko, 1997; Wallace, 2003). De forma a que os/as (futuros/as) professores/as adotem abordagens investigativas na sala de aula e um ensino sobre a NC é fundamental que desenvolvam: 1) um entendimento sobre as investigações e a NC; 2) capacidades para realizarem investigações; 3)

competências pedagógicas para ensinar a ciência através de investigações e explicitarem aspetos da NC; 4) intenção de ensinar desta forma (Capps & Crawford, 2013)

A natureza da ciência

Tendo em conta que a natureza da ciência é uma das principais temáticas deste estudo é imperativo analisar os diferentes significados atribuídos a este conceito e explicitar o entendimento que será aqui adotado. Posteriormente, e recorrendo a diferentes estudos empíricos, caracterizam-se as concepções sobre a NC perfilhadas tanto por professores/as, como por estudantes, descrevem-se diferentes abordagens e estratégias de ensino no âmbito da NC, bem como a sua influência no desenvolvimento de concepções mais adequadas sobre a ciência. Por fim, procura-se compreender a relação entre as concepções sobre a NC e a práticas dos/as (futuros/as) professores/as.

A natureza da ciência e os seus significados

A natureza da ciência (NC) é um campo de reflexão de natureza pluridisciplinar, mas em que nenhuma área do saber assume preponderância (McComas et al., 1998, p. 4). Como tal, a pluralidade de opiniões confere alguma complexidade à temática e origina permanentes e, inacabadas discussões.

Lederman (2004), apesar de reconhecer que “não existe consenso entre filósofos da ciência, historiadores da ciência, cientistas e educadores acerca de uma definição específica sobre a NC” (p.303) argumenta que, quando o debate se cinge aos aspetos da NC que devem ser incorporados no ensino, algum consenso emerge. Neste sentido, identificou três questões que, na sua opinião, devem anteceder a seleção das características da NC a trabalhar com os/as alunos/as:

O conhecimento dos aspetos da natureza da ciência é acessível aos/às alunos/as (eles/as conseguem aprender e compreendê-los)?

Há consenso geral relativamente a esses aspetos da natureza da ciência?

A compreensão desses aspetos da natureza da ciência é útil para todas/os as/os cidadãs/os?

Tendo por base estes critérios, sete elementos da NC foram identificados como relevantes no âmbito da educação em ciências (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002):

i) a natureza tentativa do conhecimento científico, pois “apesar de confiável e durável nunca é absoluto ou certo” (p.502);

ii) a natureza empírica do conhecimento científico, uma vez que a ciência “é, pelo menos, parcialmente baseada em observações do mundo natural” (p.499);

iii) a natureza *theory-ladden* do conhecimento científico, dado que “os compromissos disciplinares e teóricos, as crenças, o conhecimento prévio e as expectativas dos/as cientistas influenciam (...) os problemas que são investigados pelos/as cientistas, a forma como conduzem as suas investigações, o que observam (e o que não observam) e como interpretam as suas observações” (p.501);

iv) a natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico pois a ciência “envolve a invenção de explicações e constructos teóricos que requerem grande criatividade por parte dos/as cientistas” (p. 500);

v) o conhecimento científico é influenciado por aspetos culturais e sociais dado que a ciência “como empreendimento humano é praticada no contexto de uma cultura mais abrangente e os/as cientistas são o produto dessa cultura” (p.501);

vi) as relações e diferenças entre teorias e leis científicas sendo necessário reconhecer que geralmente “as leis são afirmações que descrevem relações entre fenómenos observáveis” e que as teorias, “pelo contrário, são explicações inferidas sobre os fenómenos observáveis ou regularidades nesses fenómenos” (p.500);

vii) o mito do método científico, pois “não existe um método científico único que garanta o desenvolvimento de conhecimento infalível” (p.501).

Lederman (2004, 2007), embora reconheça as sobreposições e as fortes ligações, entre a forma como se faz ciência e as características do conhecimento científico, considera pertinente excluir a (natureza das) metodologias científicas do chapéu da NC. Dessa forma, associa o termo NC essencialmente a considerações de índole epistemológica²⁵, ou seja, considerações sobre a natureza do conhecimento científico, visão igualmente partilhada por outros investigadores e outras investigadoras (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Abd-El-Khalick, 2001; Lederman & Abd-El-Khalick, 1998).

²⁵ Há também referência à dimensão sociológica da ciência: “Geralmente a NC refere-se à epistemologia e à sociologia da ciência, a ciência como uma forma de conhecer, ou os valores e crenças associadas ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento” (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002, p. 498); contudo, dado tratar-se de uma referência pontual, não foi considerada para estabelecer a visão veiculada por estes autores e autoras.

Contudo, esta visão está longe de ser consensual. Diferentes vozes adotam outra perspectiva chegando mesmo a colidir com a anterior (Allchin, 2011, 2013; Clough, 2006; Hodson, 2008, 2009, 2014; Matthews, 2012; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003).

Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, e Duschl (2003) conduziram um estudo do tipo Delphi, com 23 especialistas (educadores/as, historiadores/as, filósofos/as, sociólogos/as, comunicadores/as e professores/as de ciências) com o objetivo de responder à questão: “o que deve ser ensinado na escola sobre a natureza da ciência?”. Após as três fases que constituíram o estudo, nove ideias sobre a ciência foram consideradas essenciais: seis relacionam-se com os métodos científicos (métodos experimentais e testes críticos, criatividade, ciência e questionamento, diversidade de métodos científicos, análise e interpretação de dados e hipóteses e previsões); duas com a natureza do conhecimento científico (desenvolvimento histórico do conhecimento científico e ciência e certeza); e apenas uma sobre as instituições e as práticas sociais da ciência (cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico). O painel de especialistas claramente considerou que a ênfase nos métodos científicos oferecia o contexto mais adequado para alicerçar a NC no curricular escolar (dos 5 aos 16 anos de idade).

Segundo Hodson (2014) o termo *natureza da ciência* deve adquirir uma maior amplitude incluindo, entre outros aspetos, a natureza das metodologias científicas. A estreita relação, conceptual, processual, como pedagógica, entre as investigações científicas e o conhecimento científico, é o principal argumento que sustenta a sua posição. Por essa razão, para este autor, o termo natureza da ciência engloba:

[c]araterísticas das investigações científicas; o papel e o *satus* do conhecimento científico que gera; a modelação que procura a construção de teorias científicas; as circunstâncias sociais e intelectuais do seu desenvolvimento; como os/as cientistas trabalham enquanto grupo social; as convenções linguísticas para reportar, escrutinar e validar as conclusões; e a forma como a ciência influencia e é influenciada pelo contexto social no qual está inserida (Hodson, 2014, p. 912).

Visão semelhante é partilhada por Allchin (2011, 2013) ao valorizar a importância de uma aprendizagem sobre a natureza de (toda) a ciência (*nature of (whole) science*), em detrimento de uma visão mais restrita do conceito. Refere ainda que a NC não é devidamente identificada através de uma lista de afirmações e enfatiza a importância da NC incluir todo o espectro de características que afetam a credibilidade dos argumentos científicos (observação e raciocínio, interações sociais entre cientistas, processos cognitivos, financiamento, práticas instrumentais e experimentais, e comunicação e

transmissão de conhecimento). Foca a relevância de os/as alunos/as compreenderem a ciência como um processo social e apreciarem as diferenças entre ciência feita (*ready-made-science*) e ciência em desenvolvimento (*science-in-the-making*). Propõe diferentes elementos da NC que poderiam ser usados para analisar situações que envolvem a ciência – dimensões de confiabilidade da ciência.

Matthews (2012), apesar de reconhecer os sucessos e os méritos inerentes à linha de trabalho desenvolvida por Norman Lederman, identifica igualmente fragilidades. Refere a importância de se introduzirem novas dimensões, para além da dimensão epistemológica, como a dimensão metodológica e ontológica, bem como a necessidade de se promover uma abordagem mais reflexiva no âmbito do ensino da NC. Além disso, critica o próprio conceito *natureza da ciência* dado transparecer a ideia de uma essência única, o que corresponde a um quadro irreal sobre o empreendimento científico. Por isso mesmo, sugere uma mudança de foco: da *natureza da ciência* para as *caraterísticas da ciência* (*features of science* - FOS): “A investigação sobre a NC tem-se concentrado na natureza do conhecimento científico; FOS inclui isto, mas também está preocupada com os processos, instituições e contextos culturais e sociais nos quais os conhecimentos são produzidos” (Matthews, 2012, p. 22).

Nesta linha de pensamento, surge o trabalho desenvolvido por Irzik e Nola (2011, 2014). Ainda que indiquem não terem nenhuma objeção à lista proposta por Lederman, apelidada de lista consensual, identificam algumas fragilidades e deficiências: i) a ciência é retratada de forma muito restrita, uma vez que não há referências aos objetivos da ciência ou às suas regras metodológicas; ii) retrata uma imagem monolítica da ciência, sendo cega relativamente às diferenças entre as disciplinas científicas; iii) não há uma unidade suficientemente sistemática e certas questões mencionadas não são suficientemente exploradas. Relativamente à primeira fragilidade, criticam o facto de a lista ser dominada por caraterísticas associadas ao conhecimento científico e de, deliberadamente, não contemplar a investigação científica. Na opinião destes autores, “esta forma de excluir a investigação científica, da natureza da ciência, é artificial” (Irzik & Nola, 2011, p. 593). Com o objetivo de ultrapassarem as fragilidades inerentes à visão consensual, Irzik e Nola (2011) apresentam uma outra abordagem, baseada na ideia de similitudes familiares (*family resemblance approach*), originalmente proposta por Wittgenstein. Trata-se de uma tentativa de capturar a unidade da ciência e, simultaneamente contemplar a sua diversidade.

Analisando os diferentes significados atribuídos ao termo *natureza da ciência* torna-se evidente uma dualidade de visões no que concerne à própria abrangência do conceito,

em particular, às diferentes dimensões que abarca (e.g. epistemológica, metodológica, ontológica) e, nalguns casos, críticas à própria designação do constructo.

No entanto, perante estas controvérsias, os/as proponentes da visão mais restrita da NC sugerem que, em parte, estas controvérsias seriam evitáveis caso se utilizasse o termo *natureza do conhecimento científico*, quando apenas os aspetos epistemológicos são realçados (Lederman, Bartos, & Lederman, 2014; Lederman & Lederman, 2014). Admitem, igualmente que a modificação ocorrida no final da década de oitenta - momento em que a frase “natureza do conhecimento científico” foi abreviada para “natureza da ciência” - poderá ter introduzido alguma confusão desnecessária. Por isso mesmo, recentemente passaram a adotar a terminologia original mas mantiveram o acrónimo NOS (*nature of science*). O facto de na literatura “natureza da ciência” referir-se geralmente à “natureza do conhecimento científico” poderá ser uma possível explicação para esta opção, no entanto, corre o risco de continuar a alimentar confusões desnecessárias.

Assim, no presente trabalho, adota-se a designação “natureza do conhecimento científico” (NCC) para descrever apenas as características do conhecimento científico. Dado o carácter multifacetado da ciência, outras dimensões, para além da NCC, devem igualmente ser contempladas, como a natureza das metodologias científicas e os aspetos sociais da ciência. Só assim, será possível desenvolver uma compreensão global do que é a ciência. Desta forma, o termo “natureza da ciência” (NC) será utilizado para agregar essas diferentes dimensões, passando a adquirir uma maior abrangência. Por outras palavras, a *natureza da ciência* será usada para contemplar “o que é a ciência, como funciona, os fundamentos epistemológicos e ontológicos da ciência, como é que os/as cientistas funcionam como grupo social e como a própria sociedade influencia e reage ao empreendimento científico” (Clough, 2006, p.463).

Das concepções às práticas, um longo caminho a percorrer

A NC tem sido um assunto amplamente investigado ao longo das últimas décadas. A identificação e a caracterização das concepções perfilhadas tanto por professores/as, como por estudantes foi, numa primeira fase, a principal linha de investigação no âmbito da NC. Apesar das diferentes metodologias e instrumentos utilizados, a investigação

evidenciou que, quer professores/as, quer estudantes não possuíam um entendimento adequado sobre a NC (para uma revisão ver Lederman, 1992, 2007).

Em Portugal, a caracterização das visões epistemológicas de professores/as foi realizado, pela primeira vez, tanto quanto é do nosso conhecimento, por Praia e Cachapuz (1994a, 1994b). Através da aplicação de um questionário a uma amostra representativa dos/as professores/as de ciências do ensino secundário de todo o país (464 professores/as das diferentes áreas do conhecimento científico) os autores verificaram que a maioria dos/as participantes (2/3 da amostra) possuíam visões positivistas, quanto aos papéis da teoria e da observação e quanto ao método científico. Para além disso, não encontraram qualquer relação entre as visões empiristas e a área disciplinar ou a experiência profissional.

Um outro estudo procurou investigar as concepções de 500 estudantes portugueses que frequentavam pela primeira vez o ensino superior (Canavarro, 2000), através da aplicação de um questionário que contemplava as seguintes dimensões: definição de ciência e de tecnologia; influência da sociedade na ciência e na tecnologia; influência da ciência e da tecnologia na sociedade; características dos/as cientistas; natureza do conhecimento científico. De acordo com este estudo, os principais fatores mencionados para justificar diferentes posicionamentos dos/as cientistas, para uma mesma questão científica, são fundamentados ou guiados por uma concepção positivista da ciência, pois assentam no nível de conhecimento científico e não na mobilização de valores morais ou motivos pessoais. Adicionalmente, mais de metade dos/as estudantes, defenderam a natureza realista dos modelos científicos. O autor refere que “o desacordo em ciência e a natureza dos modelos científicos revelam, duma forma geral, por contraste com o que sucedeu para a maioria dos itens, concepções maioritariamente positivistas e pouco adequadas” (p. 130).

A presença de ideias estereotipadas acerca da NC foi igualmente evidente na análise de histórias imaginadas acerca dos/as cientistas e do seu trabalho, escritas por 47 alunos/as (9º e 11º ano) (Faria, Freire, Cecília, Reis, & Figueiredo, 2014). De uma forma geral, as histórias denotam:

(...) uma visão geral da ciência como um meio de resolver os maiores problemas da sociedade, sem qualquer referência aos problemas que pode causar; uma visão da atividade científica como estando totalmente isolada do contexto social, político e tecnológico da época, e a noção do conhecimento científico como algo absoluto e inquestionável. (p.17).

No caso dos/as futuros/as professores/as, o foco do presente trabalho, o cenário é idêntico. Por exemplo, após a análise de 140 respostas sobre o que é a ciência, Abell e Smith (1994) concluíram que os/as futuros/as professores/as do 1º ciclo expressavam visões positivistas e realistas da ciência. Resultados idênticos foram reportados no estudo desenvolvido por Murcia e Schibeci (1999) após a aplicação e análise de um questionário a 73 futuros/as professores/as.

Também no contexto português foi realizada uma investigação que, além de caracterizar as concepções de futuros/as professores/as do 1º CEB sobre a NC (objetivos da ciência, processos científicos, natureza do conhecimento científico e o seu papel na sociedade) também analisou a evolução dessas concepções durante a formação inicial (Thomaz et al., 1996). Através da aplicação de um questionário com dezasseis perguntas de resposta aberta a 160 futuros/as professores/as (90 no último ano e 70 no primeiro ano da formação inicial de professores/as) o estudo conclui que a formação não influenciou de forma significativa as concepções sobre a NC. Em função destes resultados, Thomaz et al. (1996) enfatizaram a necessidade de se introduzirem mudanças na formação inicial e contínua de professores/as, em particular a criação de espaços para se refletir sobre a NC, a História e Filosofia da Ciência, bem como as implicações sociais dos desenvolvimentos científicos. Sugeriram ainda outras iniciativas, como a integração dos/as estudantes em equipas de investigação dado o potencial destas experiências para o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda sobre os diferentes métodos utilizados na produção do conhecimento científico.

Analisando os estudos anteriormente mencionados torna-se evidente que, tanto (futuros/as) professores/as, como estudantes do ensino básico, secundário e universitário, do contexto português, apresentam visões ingênuas bastante próximas das identificadas noutros países.

Tendo em conta estas alarmantes conclusões, a investigação nesta área passou a explorar as potencialidades de diferentes abordagens de ensino no âmbito da aprendizagem da NC (Lederman, 2007). Estas abordagens podem ser categorizadas como implícitas ou explícitas (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a)²⁶. A abordagem implícita parte do pressuposto que o desenvolvimento de uma imagem mais informada sobre a NC é uma consequência natural do envolvimento dos/as participantes em

²⁶ No livro *Scientific Inquiry and Nature of Science*, Lederman (2004) faz ainda referência a uma abordagem histórica. Contudo, optou-se por não incluir esta abordagem, pois a utilização de episódios da história da ciência é uma estratégia possível dentro da abordagem implícita ou explícita. Tal como Abd-El-Khalick e Lederman (2000) referem “uma sequência de ensino sobre a história da ciência pode ser classificada como uma abordagem implícita se não apresentar qualquer discussão sobre um ou mais aspetos da natureza da ciência” (p.689).

diferentes atividades, como por exemplo, a realização de investigações, a execução de processos científicos²⁷(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a) ou a leitura de episódios históricos sobre o trabalho desenvolvido por cientistas (Bell, Mulvey, & Maeng, 2012). Assim, nesta abordagem, a aprendizagem sobre a NC é perspectivada como um processo que ocorre por difusão (Bell, Mulvey, & Maeng, 2012).

Já a abordagem explícita, assume que o desenvolvimento de visões mais informadas sobre a NC deve ser previamente planejado, em vez de ser considerado um efeito das atividades implementadas (Abd-El-Khalick & Akerson, 2009). Ou seja, enfatiza a necessidade de se formularem objetivos de aprendizagem no âmbito da NC. No entanto, tal como Abd-El-Khalick e Akerson (2009) referem, esses objetivos podem ser alcançados recorrendo a abordagens pedagógicas distintas e, como tal, o termo 'explícito' reflete uma natureza essencialmente curricular. Mais recentemente, vários/as autores/as têm enfatizado a importância de elementos reflexivos no âmbito do ensino explícito da NC - abordagem explícita e reflexiva (Abd-El-Khalick & Akerson, 2009; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Akerson, Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Wahbeh & Abd-El-Khalick, 2013). A introdução da componente reflexiva reforça a necessidade de serem introduzidas, explicitamente, determinadas características da NC e de se criarem momentos, durante e após as atividades, que promovam a reflexão sobre essas mesmas características. A formulação de questões (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002), a realização de reflexões (Akerson et al., 2000) ou a construção de mapas de conceitos sobre determinadas características da NC (Abd-El-Khalick & Akerson, 2009) têm sido alguns dos elementos adotados para operacionalizar a componente reflexiva.

A diferença entre a abordagem implícita e explícita não reside na tipologia da atividade implementada, mas sim no grau de visibilidade da NC e na adoção de estratégias que promovam a reflexão sobre a ciência, a partir das atividades realizadas (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a).

Após uma revisão da literatura, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) concluíram que o desenvolvimento de visões mais informadas sobre a NC era favorecido com recurso a uma abordagem explícita. Segundo estes autores, a ineficácia da abordagem implícita podia ser atribuída a duas assunções distintas: por um lado, a ideia de que o desenvolvimento de entendimentos mais informados sobre a NC corresponde a uma

²⁷Apesar de alguns autores sugerirem que a abordagem implícita corresponde à ideia de *aprender ciência enquanto se faz ciência*, esta visão não será adotada neste estudo, pois não contempla a diversidade de contextos/atividades que lhe podem estar subjacentes.

aprendizagem de natureza “afetiva” e, por outro lado, que esses entendimentos são, necessariamente, um subproduto do envolvimento em atividades relacionados com ciência.

Ao longo dos últimos anos, vários estudos empíricos têm vindo a reforçar essa ideia (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Akerson & Hanuscin, 2007; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004). Por exemplo, a investigação desenvolvida por Khishfe e Abd-El-Khalick (2002) procurou comparar as duas abordagens no contexto de uma atividade investigativa. Para tal, 62 alunos/as do sexto ano de escolaridade foram divididos em dois grupos: o grupo de intervenção onde, após a realização de atividades investigativas, ocorreram discussões reflexivas sobre diferentes aspetos da NC (abordagem explícita); e o grupo de comparação, onde foram implementadas as mesmas atividades investigativas, mas sem referências às características da NC (abordagem implícita). Através da aplicação de um questionário e entrevistas semiestruturadas, antes e após a intervenção, verificou-se que na abordagem explícita, os/as participantes tinham desenvolvido visões mais informadas quando comparado com os da abordagem implícita.

Para além da divisão entre ensino implícito ou explícito, o ensino da NC pode ainda ser categorizado como contextualizado ou não contextualizado (Clough, 2006). No primeiro caso, a NC é integrada em determinados conteúdos ou processos científicos. De acordo com Bell, Matkins, e Gansneder (2011) alguns exemplos de um ensino contextualizado incluem a integração de aspetos da NC dentro do desenvolvimento de conceitos científicos, argumentação e debates sobre assuntos sócio científicos e desenvolvimento de processos científicos. No caso do ensino não contextualizado, a NC corresponde ao primeiro aspeto do ensino e utiliza atividades de discussão sem relação direta com conceitos científicos. Portanto, corresponde a uma abordagem que isola e enfatiza os aspetos fundamentais da NC, através da utilização de exemplos concretos e familiares para os/as alunos/as (Clough, 2006). Várias atividades desenvolvidas por Lederman e Abd-El-Khalick (1998) caem nesta segunda categoria.

Na perspetiva de Clough (2006) o ensino descontextualizado pode ser importante para introduzir e enfatizar determinados aspetos da NC, sem a interferência de conteúdos científicos com os quais os/as alunos/as não estão familiarizados. Contudo, defende que esta abordagem deve ser perspetivada como uma fundação para o desenvolvimento de um ensino mais contextualizado que, segundo o autor, apresenta inúmeras vantagens, tais como: i) reforçar a aprendizagem de conteúdos em simultâneo com a aprendizagem de aspetos da NC; ii) não ser encarada como um “suplemento”

pelos/as professores e pelos/as alunos/as; iii) permitir a exploração em detalhe de aspetos da NC altamente específicos do contexto; iv) colocar a ciência dentro de um contexto humano, através da investigação das formas como ideias importantes em ciência foram desenvolvidas pelos/as cientistas.

Alguns estudos empíricos procuraram comparar o efeito das abordagens contextualizadas *versus* descontextualizadas no desenvolvimento de visões mais informadas da NC. Essa relação foi explorada junto de alunos/as do nono ano, décimo e décimo primeiro ano de escolaridade (Khishfe & Lederman, 2006, 2007). A única diferença entre os/as participantes destes estudos correspondia ao contexto na qual a NC foi explicitamente ensinada: num dos grupos o ensino da NC foi integrado nos conteúdos regulares do curso que os/as alunos/as frequentavam e, no outro, a NC foi ensinada através de um conjunto de atividades que pretendiam abordar especificamente vários aspetos da NC, sem integração com os conteúdos científicos. Os resultados destes dois estudos sugerem uma melhoria moderada, ao nível das conceções sobre a NC, independentemente da abordagem do ensino adotada, integrada ou não integrada nos conteúdos científicos²⁸.

Mais recentemente, procurou-se estudar, em simultâneo, os efeitos de uma abordagem contextualizada/descontextualizada (em que as alterações climáticas e o aquecimento global constituíam o conteúdo científico utilizado para integrar o ensino da NC) e implícita/explicita, com futuros/as professores/as (Bell et al., 2011). Após a análise dos resultados os autores constataram que: os/as participantes que vivenciaram um ensino explícito tiveram ganhos estatisticamente significativos nas suas visões sobre a NC, independentemente do contexto do ensino; o ensino descontextualizado foi tão efetivo como o contextualizado; os/as participantes submetidos/as a um ensino explícito, não contextualizado, conseguiram transferir esse conhecimento para exemplos específicos no âmbito das controvérsias sobre o aquecimento global. Como tal, concluíram que um ensino contextualizado, apesar de desejável, poderá não ser necessário quando o desenvolvimento de conceções informadas sobre a NC é o principal objetivo associado ao ensino.

Comparando estes estudos, não é possível retirar conclusões sobre a importância do contexto no ensino sobre a NC. Importa referir que a maioria destas investigações analisa a influência do contexto apenas nas conceções sobre a NCC. Naturalmente,

²⁸ Estes autores optam pela designação integrado ou não integrada como sinónimos da abordagem contextualizada e descontextualizada.

surgem dúvidas sobre quais as conclusões na eventualidade dos efeitos explorados incluírem outras dimensões da NC.

Tendo em conta os múltiplos cenários possíveis no âmbito do ensino da NC, Clough (2006) descreve um *continuum* entre atividades muito contextualizadas a totalmente descontextualizadas. Alargando a ideia de um *continuum* ao grau de explicitação da NC, torna-se possível idealizar múltiplas abordagens quanto à sua intensidade. A Figura 2 evidencia esses dois critérios: a realização de uma atividade investigativa, sem qualquer discussão sobre aspetos da NC, será categorizada como uma abordagem implícita; contudo, se as experiências vividas ao longo da atividade investigativa forem utilizadas pelo/a professor/a para ilustrar e discutir aspetos particulares da NC, a abordagem passa a ser categorizada como explícita e contextualizada.

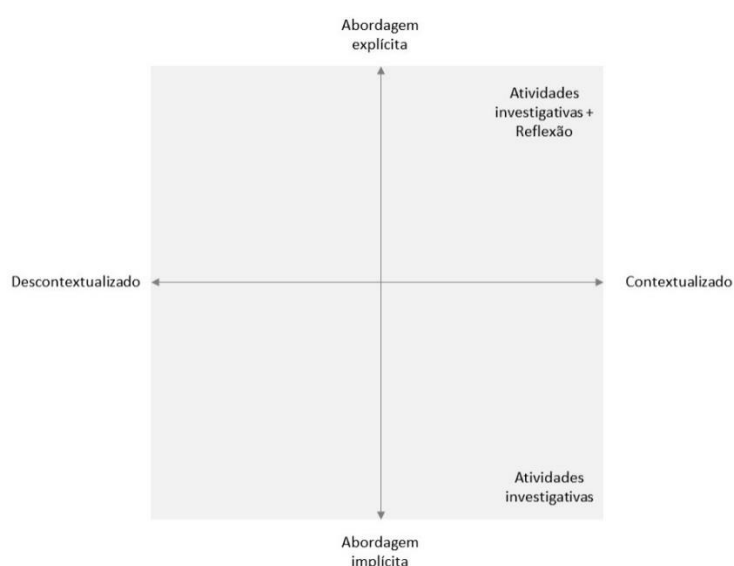


Figura 2. Diferentes abordagens no âmbito do ensino da NC (adaptado de Clough, 2006).

Durante muito tempo as relações entre as concepções dos/as professores/as, as suas práticas e as concepções dos/as alunos/as eram analisadas de forma quase linear. Partindo deste pressuposto, o desenvolvimento de concepções mais informadas nos/as professores/as era perspectivada como a solução para quebrar um ciclo vicioso - os/as alunos/as não desenvolvem concepções corretas sobre a NC pois os/as professores/as também não as possuem (Lederman, 2007). No entanto, vários estudos têm colocado em causa esta visão linear, sugerindo que as relações entre as concepções e as práticas são mais complexas e que diferentes variáveis medeiam e impedem essas relações (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a). Em virtude destas conclusões, a investigação na

área da NC tem procurado, cada vez mais, dedicar-se ao estudo do desempenho pedagógico dos/as professores/as.

Por exemplo, Hodson (1993) após investigar o pensamento e as práticas de cinco professores/as de ciência concluiu que a escolha das atividades laboratoriais, a desenvolver em sala de aula, não refletia as concepções que possuíam sobre ciência. Preocupações em termos de gestão e organização da sala de aula, assim como com a aquisição e desenvolvimento dos conceitos científicos eram os principais critérios utilizados na seleção das atividades. Vários constrangimentos parecem justificar este cenário, como a falta de tempo e de recursos, a pressão dos exames e a necessidade de cumprir o programa. Face a estes resultados, o autor sugere que o modelo linear simples entre concepções e práticas:

deve ser substituída por uma visão mais "realista" que tenha em conta a perda de integridade na tradução da retórica para a ação, que identifique áreas potenciais de conflito com as visões dos/as professores/as sobre a natureza da aprendizagem, e reconheça a natureza instável da postura filosófica de um/a professor/a quando confrontado com as exigências de planeamento de atividades de laboratório valiosas e eficazes em face dos constrangimentos financeiros, falta de tempo e a existência de exames. (p. 50).

A investigação conduzida por Lederman (1999) ilustra, igualmente, a complexidade entre as concepções e as práticas dos/as professores/as. Através de um estudo de casos múltiplos e recorrendo a múltiplas fontes de dados sobre as práticas de cinco professores/as de Biologia do ensino secundário, o autor concluiu que apesar de todos/as os/as participantes terem entendimentos informados sobre a NC, as práticas desenvolvidas em sala de aula eram substancialmente distintas. Outros fatores, como a experiência de ensino, as intenções e as perceções sobre os/as estudantes foram aspetos considerados como críticos para a mediação entre as concepções e as estratégias de ensino adotadas.

A análise das relações existentes entre as concepções sobre a NC e a prática pedagógica, no âmbito da formação inicial de professores/as, foi a principal finalidade da investigação realizada por Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman (1998). Após análise das planificações diárias, dos vídeos das aulas, das notas de campo dos/as supervisores/as, assim como dos portefólios realizados durante o estágio constatou-se que, apesar dos 14 futuros/as professores/as envolvidos/as no estudo possuírem concepções informadas sobre diferentes aspetos da NC, não adotaram um ensino explícito sobre esse tópico. Curiosamente, os/as participantes alegaram terem ensinado sobre a NC, pois perfilhavam a visão que os/as alunos/as aprendem a NC ao realizarem

atividades investigativas. Fruto das entrevistas realizadas, Abd-El-Khalick, Bell, e Lederman (1998) concluíram que a não implementação de um ensino explícito sobre a NC foi influenciada pelos seguintes aspetos: i) considerarem a NC uma aprendizagem menos importante quando comparada com as atitudes, os conteúdos e os processos científicos; ii) estarem preocupados com a gestão do grupo e das rotinas; iii) desconforto com os seus entendimentos acerca da NC; iv) falta de recursos e experiência para ensinar sobre a NC e/ou avaliarem os/as alunos/as sobre estas temáticas; v) constrangimentos específicos da formação inicial, especialmente os impostos pelos/as cooperantes e a falta de tempo para planificar as aulas. Há igualmente referência à confusão entre os processos científicos e a NC, assim como, não reconhecerem a NC como um objetivo de aprendizagem cognitivo.

Com o objetivo de explorar, mais detalhadamente, a relação entre as conceções dos/as futuros/as professores/as sobre a NC e as práticas de ensino, Bell et al. (2000) realizaram um *follow-up* da investigação anteriormente descrita. A não sobreposição entre o ensino sobre a NC e a exploração de aspetos pedagógicos relacionados com a abordagem da NC com alunos/as do ensino secundário, foi a principal alteração relativamente ao estudo anterior. Através da análise de diferentes documentos resultantes da prática de ensino supervisionada e das transcrições das entrevistas, Bell et al. (2000) verificaram que, nas práticas discursivas, a NC foi habitualmente referida como um objetivo de aprendizagem importante, assim como, a adoção de uma abordagem explícita sobre este tópico. Os/as participantes realizaram um esforço por planear e ensinar sobre a NC de forma explícita contudo, raramente formularam objetivos de aprendizagem para este tópico e, praticamente nunca avaliaram as aprendizagens sobre este aspeto. As razões invocadas para justificar o desfasamento, entre o pensamento e a ação foram, globalmente, semelhantes ao estudo anterior.

Mais recentemente, Wahbeh e Abd-El-Khalick (2013) desenvolveram um estudo com professores/as palestinianos/as com vários anos de experiência. O contexto onde foi realizada a investigação permitiu reduzir significativamente os fatores de natureza situacional que interferem na transferência do pensamento para a prática, uma vez que professores/as experientes enfrentam menos constrangimentos, quando comparados com os/as futuros/as professores/as ou professores/as em início de carreira. Além disso, o ensino sobre a NC faz parte do currículo da Palestina e as investigações indicam que os/as professores/as apreciam essa prioridade curricular e preocupam-se com o ensino deste tópico. Após um período de intervenção de seis semanas, com 19 participantes, seguiu-se um período de observação das atividades letivas realizadas por 6

participantes. Durante a segunda fase apenas três participantes tiveram, durante a planificação e implementação das atividades sobre a NC, apoio por parte da equipa de investigação (discussões, disponibilidade de recursos e ensino colaborativo). As observações indicaram que os/as participantes apenas conseguiram abordar, com algum nível de sucesso, aspetos da NC relativamente aos quais tinham desenvolvido conceções informadas, em virtude da intervenção realizada na primeira fase da investigação e quando existia uma forte relação entre o contexto dessa aprendizagem e o contexto em que ensinavam nas suas aulas. Por outras palavras, não conseguiram aplicar, autonomamente, os conhecimentos sobre a NC a novos conteúdos científicos. Essa transferência apenas foi possível com o suporte da equipa de investigação. Este aspeto sugere que os entendimentos acerca da NC estavam ancorados nos exemplos vivenciados durante a primeira fase da investigação. Foi igualmente visível falta de conhecimento acerca do desenvolvimento histórico de teorias científicas e conceitos relevantes. Estes dois aspetos limitaram o sucesso em termos de planificação e ensino.

Em virtude do carácter “controlado” deste estudo, Wahbeh e Abd-El-Khalick (2013) concluem que os fatores que efetivamente medeiam a transferência das conceções para a prática docente, são: i) profundidade dos conhecimentos científicos; ii) conhecimento pedagógico e competências necessárias para a promoção de ambientes de aprendizagem investigativos e centrados nos/as alunos/as, assim como no diagnóstico das conceções prévias dos/as alunos/as acerca da NC; iii) a capacidade de identificar e adaptar recursos relacionados com a NC; iv) a natureza e os atributos dos conhecimentos acerca da NC. Defendem, ainda, que o último fator interage com os restantes, sendo um fator central e significativo e que os quatro aspetos identificados se enquadram perfeitamente no modelo do CPC global proposto por Shulman.

Estas, e outras investigações (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Lederman, 1992, 2007) sugerem que o desenvolvimento de conceções informadas nos/as professores/as é uma condição necessária, mas ainda assim insuficiente. Perante este cenário, promover o conhecimento pedagógico de conteúdo (CPC) dos/as (futuros/as) professores/as passou a ser um objetivo da maior importância. Encarando a NC como um conteúdo a ser ensinado, as conceções dos/as professores/as sobre a NC constituem um conhecimento de conteúdo, mas também um tópico no âmbito do CPC. De acordo com Abd-El-Khalick e Lederman (2000) o CPC para a NC consiste no “conhecimento relativamente a um conjunto vasto de exemplos, atividades, ilustrações, demonstrações e episódios históricos. Estes aspetos irão permitir ao professor organizar, representar e apresentar o tópico de forma a tornar os aspetos da natureza

da ciência acessíveis aos alunos” (p. 692). Para além disso, referem que um/a professor/a que tenha desenvolvido CPC para a NC

deve ser capaz de discursar confortavelmente sobre a natureza da ciência (...) implementar atividades de ciência que ajudem os alunos a compreender esses aspetos, e contextualizar o seu ensino acerca da natureza da ciência com alguns exemplos sobre a história da ciência. (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a, p. 693).

Hanuscin, Lee, e Akerson (2011), utilizando o modelo de Magnusson et al. (1999), analisaram o CPC referente à NC de três professores/as do 1º ciclo que apresentavam a particularidade de promoverem concepções adequadas sobre a NC. Nas aulas onde a NC foi enfatizada verificou-se que os/as professores/as: 1) traduziram os aspetos da ciência em termos familiares para as crianças; 2) enfatizaram a NC num ambiente investigativo; 3) utilizaram a literatura infantil para estabelecerem analogias com as ideias da NC.

Hanuscin e Hian (2009) desenvolveram um estudo com o intuito de documentar o CPC para o ensino da NC, ao longo de um programa de formação. Os resultados indicam que o conhecimento do currículo e o conhecimento da avaliação são menos desenvolvidos relativamente a outros componentes do CPC. Para além disso, sugerem que “a construção de um ambiente que reflita as normas e práticas da ciência” (p. 14) é um aspeto relevante no ensino da NC.

Nesta linha de pensamento, surgem as ideias defendidas por Abd-El-Khalick (2013) de que, para se dar resposta ao duplo objetivo presente nas reformas curriculares - aumentar os entendimentos sobre a NC e envolver os/as participantes em atividades investigativas autênticas - é fundamental adotar-se um ensino *com* e *sobre* a NC. De acordo com o autor, um ensino com a NC implica o desenho e a implementação de “ambientes investigativos robustos que se aproximem das práticas científicas autênticas e que implementem abordagens pedagógicas efetivas que partilhem várias características inerentes às boas práticas de ensino das ciências” (Abd-El-Khalick, 2013, p. 2087), enquanto que, um ensino *sobre* a natureza da ciência visa ajudar os/as alunos/as a desenvolver “entendimentos epistemológicos informados sobre a construção e a validação do conhecimento científico e a natureza do conhecimento resultante” (p. 2090).

Segundo Abd-El-Khalick (2013), para se ensinar *com* e *sobre* a ciência, três domínios de conhecimento parecem ser essenciais (Figura 3). O primeiro domínio diz respeito aos conhecimentos dos conteúdos substantivos em estudo. O segundo domínio abarca

os entendimentos e as capacidades pedagógicas necessárias para se criarem ambientes de aprendizagem investigativos e centrados nos/as alunos/as e para se diagnosticarem as concepções dos/as alunos/as sobre a NC. Na interseção dos dois domínios anteriores emerge o subdomínio das competências e entendimentos dos/as professores/as relacionadas com o ensino de conteúdos científicos através de investigações (ensino por investigação).

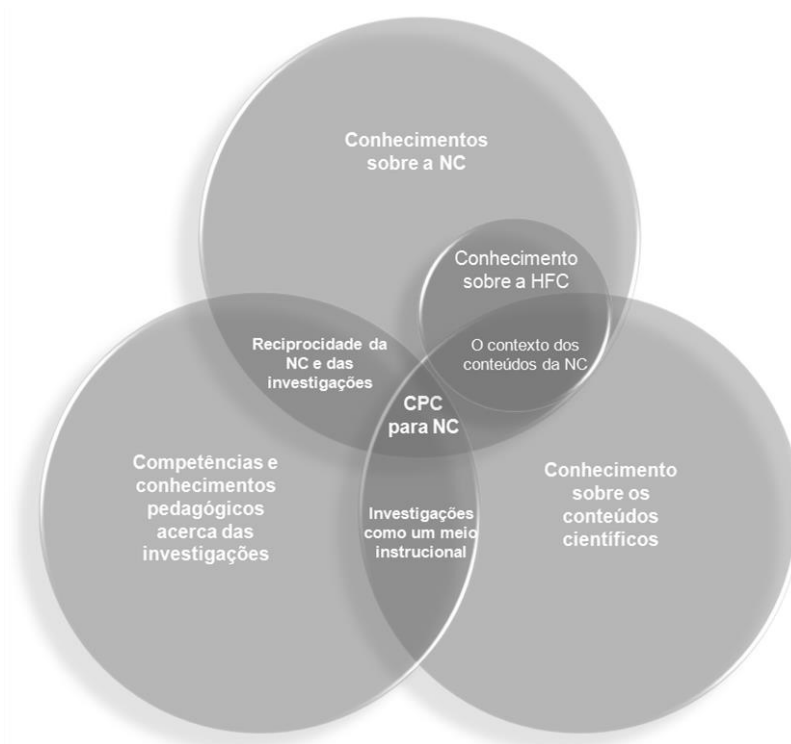


Figura 3. Modelo do CPC para a NC desenvolvido por Abd-El-Khalick (2013) e Wahbeh e Abd-El-Khalick (2013).

O terceiro domínio está relacionado com os conhecimentos sobre a NC, ou seja, os entendimentos heurísticos ou de âmbito geral sobre a NC (e.g., um entendimento sobre as influências sociais e culturais no desenvolvimento do conhecimento científico). Neste âmbito, surgem ainda três subdomínios relevantes:

- a) Reciprocidade da NC e das investigações - surge da interseção entre as investigações enquanto práticas científicas e a NC como uma dimensão epistemológica subjacente a essas práticas. Este entendimento permite aos professores, e às professoras, alinhar as atividades investigativas que os/as estudantes realizam com as práticas investigativas (autênticas) e identificarem

oportunidades e ajudarem os/as alunos/as a refletirem sobre aspetos da NC patentes nas suas experiências investigativas.

b) Entendimentos situados das dimensões da NC relativamente aos conteúdos substantivos - refere-se às formas específicas na qual uma determinada conceção heurística da NC (e.g., o carácter inferencial) pode ser aplicada a um determinado conteúdo substantivo específico.

c) Entendimentos sobre a História e a Filosofia da Ciência (HFC) - refere-se especificamente ao conhecimento de narrativas que integrem aspetos históricos, filosóficos, psicológicos e/ou sociológicos do desenvolvimento do conhecimento científico relevante para o conteúdo que se está a ensinar.

A interseção entre todos os domínios e subdomínios anteriormente mencionados corresponde ao CPC para o ensino *com e sobre* a NC, ou o CPC para a NC.

O modelo presente na Figura 3 reveste-se de particular importância na presente investigação, cumprindo funções distintas mas complementares. Em primeiro lugar, no decurso da presente investigação pretendeu-se desenvolver um ensino *com e sobre* a NC. Foi por isso imprescindível ter bem patente quais os conhecimentos necessários para que o desenho e a implementação do programa Ciência ao Vivo cumprisse essa finalidade. Em segundo lugar, foi igualmente necessário ter uma ideia clara sobre quais os conhecimentos necessários com vista ao desenvolvimento do CPC dos/as futuros/as professores/as do 1º CEB no âmbito de um ensino *com e sobre* a NC.

Síntese

Tal como o próprio conhecimento científico evolui, também a conceptualização acerca da natureza da ciência tem sofrido alterações. Neste estudo, adota-se o termo “natureza da ciência” (NC) para designar uma descrição abrangente do que é a ciência, como funciona, como operam os/as cientistas enquanto grupo social e de que forma a própria sociedade tanto comanda como reage aos esforços científicos. Inclui por isso conceções sobre o conhecimento científico, a natureza das metodologias científicas, a imagem dos/as cientistas e a dimensão social do trabalho que realizam.

Após vários esforços no sentido de caracterizar as conceções de professores/as e estudantes, a investigação nesta área tem procurado desenvolver estratégias que

promovam concepções mais informadas sobre a NC. Para tal, têm sido utilizadas diferentes abordagens, tanto explícitas, como implícitas, quer contextualizadas, quer descontextualizadas.

Ainda que se tenha alcançado algum sucesso no desenvolvimento de concepções informadas sobre a NC, através da adoção de um ensino explícito e reflexivo, várias evidências sugerem que a transferência desses entendimentos para a sala de aula é complexa e que diferentes fatores medeiam essa tradução, nomeadamente: preocupações com a gestão da sala de aula, que se revelam muito importantes no âmbito de futuros/as professores/as e professores/as em início de carreira; pressão para concluir o programa; insegurança em relação aos conhecimentos sobre a NC; percecionar a NC como um aspeto de menor importância face aos conteúdos ou processos científicos; confusão entre o ensino da NC e dos processos científicos; e falta de conhecimento sobre estratégias pedagógicas para explorar a NC (Abd-El-Khalick et al., 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Bell et al., 2000; Hodson, 1993; Lederman, 1992, 1999, 2007).

Apesar dos estudos mencionados, as "relações entre as concepções acerca da NC, conhecimento de conteúdo e de pedagogia continuam pouco claras" (Lederman, 2007, p. 870). Investigações neste âmbito serão extremamente úteis no planeamento e qualidade de atividades que visem o desenvolvimento profissional no âmbito da NC (Lederman, 2007).

Decorrendo do atrás exposto, a concepção e implementação de programas, bem como a avaliação da sua eficácia, no âmbito da NC, reveste-se de grande importância. Por isso mesmo, neste estudo pretende-se compreender de que forma o conhecimento da NC (científico e pedagógico de conteúdo) dos/as futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB evolui, quando se adotam estratégias de formação inovadoras. Mas, de acordo com as considerações anteriores, a simples promoção de concepções adequadas sobre a NC não é suficiente. É apenas uma condição necessária para algo mais importante – ensinar sobre ciência. De acordo com esta perspetiva, a presente investigação pretende ser mais ambiciosa e, deslocar-se para a sala de aula. Desta forma, será possível compreender a relação entre as concepções e as práticas letivas.

O Ensino por investigação

Nesta secção, retrata-se a multiplicidade de significados atribuídos ao termo *inquiry* e discute-se a origem do ensino por investigação. Para tal, realiza-se um breve enquadramento histórico desta abordagem pedagógica. De seguida, analisam-se diferentes perspetivas sobre ensino por investigação e descreve-se a adotada neste estudo. Por fim, e através da análise de diferentes estudos empíricos, discutem-se as dificuldades e os desafios inerentes à adoção de um ensino por investigação.

O inquiry e os seus significados

A introdução de atividades investigativas, no ensino das ciências, não é uma proposta inovadora, nem uma preocupação recente. As ideias defendidas por John Dewey, no início do século XX, já demonstravam claramente essa orientação (Bybee, 2000; Crawford, 2014; DeBoer, 1991, 2004).

Para Dewey (1910), o facto de o ensino retratar a ciência, essencialmente, como uma acumulação de conhecimento pronto, em que os conteúdos da aprendizagem eram apenas leis e factos, e não tanto como um método de pensamento e uma atitude mental, constituía um problema. Na sua opinião, havendo algum conhecimento mais relevante este seria, certamente:

O conhecimento sobre as razões pelas quais algo é designado como conhecimento, em vez de ser uma mera opinião, adivinha ou dogma. Este tipo de conhecimento nunca pode ser aprendido por si só; não é informação, mas um modo de prática inteligente, uma disposição da mente. (p.125).

Com base neste pressuposto, para Dewey (1910) era fundamental que a ciência fosse ensinada como uma forma de pensar, como um processo, contemplando a condução de investigações, a natureza da ciência e a compreensão do conhecimento científico. Um ensino da ciência como investigação, tal como preconizado pelo autor, devia envolver o desenvolvimento do pensamento e do raciocínio, de hábitos de pensamento, a aprendizagem de conteúdos e a compreensão do processo científico (Bybee, 2000).

Também o biólogo Joseph Schwab contribuiu para a conceptualização e valorização das investigações na comunidade educacional. Influenciado por discussões na área da

História e Filosofia da Ciência, Schwab defendia a necessidade de uma nova visão relativamente à ciência e ao seu ensino (Bybee, 2000).

Para Schwab (1966), a ciência envolvia a interação entre dois modos distintos de investigação, a investigação “estável” e a “fluida”, que diferiam tanto em termos de objetivos e métodos, como de competências²⁹. Segundo o autor, a investigação “estável” visava “preencher lacunas particulares no corpo de conhecimento em desenvolvimento” (p.15-16), enquanto que a “fluida” pretendia, acima de tudo, desenvolver novos princípios. Na sua opinião, era imprescindível que as/os cidadãs/os passassem a “reconhecer a ciência como um produto da investigação fluida e a compreender que é um modo de investigação que se baseia na inovação conceptual e que se desenrola através de incertezas e fracassos” (p.5). Denotou ainda a forte contradição entre a ciência, tal como realmente funciona (em que o conhecimento é reorganizado e revisto continuamente), e a forma como era ensinada (como uma “retórica de conclusões” em que o conhecimento atual e temporário era retratado como um verdade empírica, literal e irrevogável).

Como tal, defendeu a necessidade de uma revolução no ensino e na aprendizagem das ciências. Para alcançar este objetivo, enfatizou a importância de as atividades laboratoriais, pensadas numa modalidade dogmática, serem convertidas para uma modalidade investigativa. Nesta modalidade, seria necessário não só ilustrar as conclusões, como as situações problemáticas, providenciar oportunidades para a condução de investigações com diferentes graus de abertura e apagar a distinção artificial, entre a sala de aula e o laboratório, entre a mente e a mão (Schwab, 1966).

Schwab (1966) refletiu ainda sobre a distinção entre investigação, como um conteúdo, e investigação como pedagogia.

A frase “ensinar ciência como investigação” é ambígua. Significa, em primeiro lugar, um processo de ensino e aprendizagem que é, em si mesmo, uma investigação, “ensino por investigação”. Significa, em segundo lugar, um ensino no qual a ciência seja vista como um processo investigativo, “ciência como investigação”. A ambiguidade é deliberada. Ambos os significados são partes de um todo. Uma sala de aula investigativa terá os dois aspetos. (Schwab, 1966, p. 65).

²⁹ De acordo com Bybee (2000), estes termos sugerem a distinção entre ciência normal e revolucionária avançada por Thomas Kuhn no livro “The Structures of Scientific Revolutions”.

Também Rutherford (1964) estabeleceu uma distinção idêntica, ao mencionar que a designação “ensinar ciência como investigação” era tanto utilizada para enfatizar que a investigação fazia parte do conteúdo científico, como para descrever uma estratégia de ensino. Contudo, para este autor, estes dois significados, apesar de relacionados, não eram totalmente coincidentes:

- (1) É possível obter uma compreensão ampla da ciência como investigação após considerá-la como conteúdo e operá-la sob a premissa de que os conteúdos da ciência são corretamente compreendidos *apenas* no contexto no qual surgiram e das investigações futuras que iniciaram.
 - (2) Como um corolário, é possível aprender algo sobre ciência como investigação sem que o processo de aprendizagem, em si, siga precisamente qualquer método de investigação utilizado nas ciências. Isto é, a investigação como abordagem de ensino não é absolutamente necessária para uma compreensão da investigação como conteúdo.
 - (3) Enquanto o laboratório pode ser utilizado para providenciar aos estudantes experiência acerca do conhecimento sobre alguns aspetos ou componentes das técnicas de investigação adotadas numa dada ciência, apenas o fará de forma efetiva após o conteúdo das experiências ter sido cuidadosamente analisado em termos de utilidade para esse aspeto.
- (Rutherford, 1964, p. 81)

As reformas educativas nos Estados Unidos da América, durante a década de 80 e 90, deram igualmente uma elevada visibilidade às investigações, colocando-as como um tema central e organizador do ensino das ciências. Por exemplo, no capítulo “hábitos da mente” do *Project 2061 - Science for All Americans* (AAAS, 1989) advoga-se a importância de serem desenvolvidos valores e atitudes científicas, bem como competências associadas à manipulação e observação, à comunicação e ao pensamento crítico. Nesse mesmo documento, é ainda possível encontrar referência explícita à importância do ensino ser consistente com a natureza das investigações científicas (começando com questões sobre a natureza, envolvendo os/as alunos/as ativa e colaborativamente na recolha e utilização de evidências, na comunicação, providenciando uma perspetiva histórica, não separando as conclusões dos métodos e não enfatizando a memorização de vocabulário técnico) e à necessidade do ensino refletir valores científicos (valorizando a curiosidade e a criatividade, encorajando o espírito de questionamento e evitando o dogmatismo).

Também os *National Science Education Standards* (NRC, 1996) revelam a centralidade das investigações, no ensino das ciências, e reafirmam a convicção que o *inquiry* é um aspeto fundamental para o desenvolvimento da LC. Neste documento são identificados parâmetros relacionados com as capacidades para conduzir investigações e parâmetros associados à compreensão dos/as alunos/as sobre as investigações científicas.

É assim notório que, desde há várias décadas, o *inquiry* tem sido um tema proponente da melhoria dos currículos. Por isso mesmo, DeBoer (1991) defende que, “[s]e fosse necessário escolher uma única palavra que representasse os objetivos das ciências (...) a palavra seria *inquiry*” (p.206). De acordo com Crawford (2014) e DeBoer (2004), diferentes argumentos sustentam a importância das investigações no ensino das ciências. Em primeiro lugar, as investigações “alinham-se” com a forma como as pessoas aprendem ciência dado que, cada vez mais, se reconhece o papel ativo dos/as alunos/as na construção do conhecimento. Em segundo lugar, contribuem para a preparação de futuros/as cientistas e para o desenvolvimento de indivíduos mais informados e autónomos. Para tal, os/as alunos/as devem ter uma atitude de permanente questionamento, devem ser capazes de colocar questões pertinentes e procurar respostas para essas questões. Este aspeto é particularmente importante, dada a necessidade dos indivíduos terem que tomar decisões sobre problemas sociais controversos. Em terceiro lugar, o *inquiry* é uma abordagem relevante para desenvolver uma maior compreensão sobre como se faz ciência e para reconhecer que a própria ciência está a mudar. Em quarto lugar, é uma abordagem que contribui para desenvolver um interesse pela ciência. Quando os/as alunos/as selecionam questões que são significativas, quando planificam investigações e as executam, desenvolvem uma maior sensação de controlo e autonomia e a atividade torna-se mais motivante. Assim, é possível motivar todas as crianças para a aprendizagem e promover nelas o desejo de aprender mais ciências e conduzir investigações.

Mas, apesar da longevidade do termo *inquiry* na educação em ciência, vários/as autores/as consideram tratar-se de um conceito difuso e ambíguo (Minstrell, 2000; Wheeler, 2000). Anderson (2007), embora partilhe desta opinião, salienta a utilidade deste termo, visto aglutinar vários aspetos importantes no âmbito da educação em ciências e, como tal, alerta para a necessidade da sua explicitação.

A natureza polissémica do termo *inquiry* resulta, em grande medida, dos diferentes intervenientes e contextos em que o mesmo é usado (Anderson, 2002; Colburn, 2000). Por um lado, descreve as “diferentes formas através das quais os/as cientistas estudam o mundo natural e propõem explicações baseadas nas evidências que derivam do seu trabalho” (NRC, 1996, p. 23), ou seja, ilustra atividades que ocorrem num contexto científico. Por outro lado, é empregue em contextos educacionais para descrever as “atividades que os/as estudantes realizam, nas quais desenvolvem algum tipo de conhecimento e compreensão de ideias científicas e da forma como os/as cientistas estudam o mundo natural” (p. 23). Ou seja, no contexto educacional, o termo adquire

novos significados, sendo empregue para ilustrar, quer uma aprendizagem, quer uma abordagem de ensino. A aprendizagem por *inquiry* refere-se ainda a um conjunto de competências que os/as alunos/as devem desenvolver (o que devem fazer) e a uma aprendizagem cognitiva que os/as alunos/as devem alcançar (o que devem saber) (Anderson, 2002, 2007; Bybee, 2000; Lederman, 2004; NRC, 2000).

Tendo em conta que é na fronteira entre estes dois contextos – o científico e o educacional - que o presente estudo se centra, é fundamental proceder-se à sua diferenciação utilizando, para isso, termos específicos que imediatamente permitam ao leitor compreender qual o contexto em análise³⁰. Assim, neste estudo, o termo “investigação científica” será adotado para identificar a investigação conduzida pelos/as cientistas e que corresponde a uma “atividade complexa, que utiliza equipamentos caros, que constrói procedimentos e teorias, conhecimento altamente especializado e técnicas avançadas para a análise e modelação dos dados” (Chinn & Malhotra, 2002, p. 177). Já o termo “ensino por investigação” será utilizado para designar uma abordagem de ensino.

Isto não significa que não haja semelhanças entre a utilização do termo em ambos os contextos. Aliás, a adoção do termo *inquiry* no contexto educacional é, naturalmente, inspirada nas investigações científicas, uma vez que pretende que os/as alunos/as sejam envolvidos/as em processos semelhantes aos que são realizados pelos/as cientistas. Mas, tal como Anderson (2007) frisa, o empreendimento científico “é independente do empreendimento escolar, apesar de um melhor entendimento deste constituir uma finalidade da educação” (p.808).

O próprio conceito de “ensino por investigação” não é consensual. Muitas vezes, é usado como sinónimo de outras práticas de ensino, como *hands-on*, *problem-based*, *project-based*, *student-centered*. No entanto, estes termos, apesar de estarem associados a esta abordagem, não traduzem a sua verdadeira essência (Anderson, 2002, 2007; Crawford, 2000; DeBoer, 1991; Hayes, 2002; Wheeler, 2000). Por exemplo, “a condução de atividades de ciência *hands-on* não garante o *inquiry*, assim como a leitura sobre ciência não é incompatível com o *inquiry*” (NRC, 1996, p.23).

Na perspetiva de Crawford (2014), o ensino por investigação corresponde ao envolvimento dos/as alunos/as na utilização de capacidades de pensamento crítico, ou

³⁰ Segundo Anderson (2007) por vezes é “difícil adivinhar qual o significado particular que um determinado comunicador tem na sua mente quando a palavra [*inquiry*] é usada” (p.808). Ao utilizarem-se termos distintos, para designar contextos e significados diferentes, pretende-se exatamente minimizar este problema.

seja, na formulação de questões, no desenho e realização de investigações, na interpretação de dados, na construção de argumentos, na criação de modelos e na comunicação de conclusões, com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o mundo natural recorrendo a evidências e à lógica. Este entendimento reflete a ideia defendida por Bybee (2004) de que o ensino por investigação deve “capturar o espírito das investigações científicas e o desenvolvimento de conhecimento acerca do mundo natural” (p.9). Também DeBoer (2004) adota uma postura semelhante ao mencionar que “o ensino por investigação espelha a investigação científica ao enfatizar o questionamento, a investigação e a resolução de problemas, por parte dos/as alunos/as” (p.17). Ressalva, no entanto, que o ensino por investigação não requer que os/as estudantes se comportem exatamente como cientistas, ou seja, o *inquiry* deve ser perspectivado como uma metáfora.

De acordo com o NRC (2000), as investigações, na sala de aula, incluem atividades diversas como: a realização de observações; a colocação de questões; a pesquisa em livros e outras fontes de informação; o planeamento de investigações; a revisão do que já se sabe sobre a experiência; a utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados; a exploração, a previsão e a resposta à questão; e a comunicação dos resultados.

As atividades investigativas podem, portanto, apresentar uma vasta panóplia de tipologias. Com efeito, os diferentes aspetos que caracterizam o ensino por investigação não descrevem um conjunto específico de métodos e estratégias de ensino (Bybee, 2004). Diferentes abordagens “não são apenas inevitáveis mas também desejáveis, pois irão contribuir para uma aprendizagem significativa em diferentes situações” (Keys & Bryan, 2001, p. 632).

Desta forma, o documento *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) caracteriza o ensino e a aprendizagem por investigação com base em cinco aspetos essenciais, importantes na medida em que “introduzem os/as alunos/as a muitos aspetos importantes da ciência à medida que desenvolvem um conhecimento claro e profundo de conceitos e processos científicos” (p. 27):

- (1) envolvimento numa questão científica;
- (2) priorização de evidências;
- (3) formulação de explicações;
- (4) articulação das explicações com o conhecimento científico;
- (5) comunicação e justificação das explicações.

Relativamente ao primeiro aspeto, o grande desafio prende-se com a formulação e seleção de questões com uma orientação científica relevantes no âmbito do ensino das ciências. Para tal, as questões devem centrar-se em objetos, organismos e fenómenos do mundo natural, devem estar relacionadas com conceitos científicos e devem conduzir a investigações empíricas, à recolha e utilização de dados para desenvolver explicações sobre fenómenos (p.24). O segundo aspeto, a necessidade dos/as alunos/as darem prioridade às evidências ao responderem a questões, enfatiza a importância dos/as estudantes sustentarem uma explicação científica em evidências empíricas, um aspeto que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento (p.25-26).

O terceiro aspeto, a elaboração de explicações a partir das evidências selecionadas, é pertinente na medida em que permite analisar a diferença entre uma evidência e uma explicação, representando uma oportunidade para os/as alunos/as construírem novas ideias a partir dos seus conhecimentos prévios. As explicações devem respeitar as evidências, devem estar abertas à crítica e requerem o uso de vários processos cognitivos (classificação, análise, inferência, pensamento crítico e lógica) (p. 26-27). Quanto ao quarto aspeto, a articulação das explicações com o conhecimento científico, é fundamental criarem-se condições para que as explicações sejam avaliadas, eliminadas ou revistas. Para tal, devem ser criados momentos que permitam comparar diferentes explicações avançadas pelos/as alunos/as e as explicações científicas. (p. 27). O último aspeto de um ensino por investigação relaciona-se com a importância dos/as estudantes comunicarem e justificarem as suas explicações. Estes momentos de comunicação criam oportunidades para que sejam colocadas questões, examinadas as evidências e propostas explicações alternativas com base nos mesmos dados (p.27).

Ao analisar estes cinco aspetos essenciais de um ensino por investigação, Bybee (2004) realça quatro características que considera fulcrais, nomeadamente, o facto de todos os aspetos se centrarem na atividade mental do/a aluno/a, da atividade apresentar uma orientação científica cuja finalidade é o desenvolvimento de explicações, o facto do/a aluno/a estabelecer uma relação com o conhecimento científico atual e, por fim, a existência de elementos de justificação e comunicação.

Mais recentemente, *A Framework for K-12 Science Education* (NRC, 2012) e o *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013) identificam oito práticas de ciência e de engenharia como relevantes nas aulas de ciências: 1) formular questões (para a ciência) e definir problemas (para a engenharia); 2) desenvolver e usar modelos; 3) planificar e implementar investigações; 4) analisar e interpretar dados; 5) usar raciocínio matemático e as tecnologias de informação e comunicação; 6) formular explicações

(para a ciência) e conceber soluções (para a engenharia); 7) construir argumentos a partir de evidências; 8) obter, avaliar e comunicar informação (p.3).

Na perspectiva de Crawford (2014), um aspeto distintivo destes novos documentos corresponde à maior ênfase colocada na modelação científica e na argumentação.

Não se pretende simplesmente que os/as estudantes formulem e testem hipóteses; pretende-se que testem e reformulem modelos explanatórios sustentados teoricamente. Além de vivenciarem as investigações, através da interpretação e avaliação dos dados, os/as estudantes devem desenvolver argumentos, explicações e modelos (p.523).

Mesmo concordando com esta análise, é importante frisar que as diferenças não são significativas. Na verdade, o envolvimento em processos argumentativos é contemplado nos cinco aspetos essenciais de um ensino por investigação descritos no *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000). Aliás, essa similitude é evidente na Tabela 2. Por isso mesmo, no contexto deste estudo, esses cinco aspetos constituem o quadro de referência para caracterizar a natureza investigativa das atividades em sala de aula.

Tabela 2

Análise comparativa entre o NSES e o K-12 Framework (Crawford, 2014)

NSES (NRC, 1996, 2000)	K-12 Framework (NRC, 2012)
Aspetos essenciais do <i>inquiry</i>	Práticas científicas e de engenharia
- Envolvimento do/a aluno/a numa questão científica	- Formular questões (para a ciência) e definir problemas (para a engenharia); Desenvolver e usar modelos; Planificar e implementar investigações
- Os/as alunos/as dão prioridade às evidências, o que lhes permite desenvolver e avaliar explicações que respondam às questões	- Analisar e interpretar dados; Usar raciocínio matemático e as TIC; Formular explicações (para a ciência) e conceber soluções (para a engenharia)
- Os/as alunos/as avaliam as suas explicações à luz de explicações alternativas, em particular aquelas que refletem o entendimento científico	- Construir argumentos a partir de evidências
- Os/as alunos/as comunicam e justificam as suas explicações	- Obter, avaliar e comunicar informação

Além disso, e contrariamente a algumas definições que advogam que o ensino por investigação requer, necessariamente, atividades “abertas” nas quais os/as alunos/as escolhem as questões, selecionam os procedimentos e decidem autonomamente como

analisar os resultados, neste estudo contemplam-se múltiplas configurações e diferentes graus de posicionamento por parte dos/as alunos/as.

Esta noção foi inicialmente avançada por Schwab (1966) ao caracterizar o tipo de *inquiry* de uma determinada atividade com base em três critérios, o problema, os meios e as respostas. Utilizando estes critérios sugeriu que as atividades laboratoriais podiam apresentar três níveis de abertura distintos:

No nível mais simples o manual fornece os problemas e descreve formas ou os meios através dos quais o estudante pode descobrir relações que ele ainda não saiba, a partir dos livros. Num segundo nível, os problemas são fornecidos pelo manual mas os métodos, assim como as respostas são deixados em aberto. Num terceiro nível, os problemas, assim como as respostas e o método são deixados em aberto. (Schwab, 1966, p. 55).

Mais tarde, e com o intuito de comparar diferentes graus de abertura de exercícios laboratoriais, Herron (1971) propôs uma escala de quatro níveis, em tudo semelhante à anteriormente referida, mas com a particularidade de acrescentar:

o nível zero no qual a área do problema, métodos para o solucionar e a interpretação “correta” é dada ou é imediatamente óbvia a partir das afirmações ou das questões no manual laboratorial dos estudantes. Numa categoria deste tipo serão também incluídos exercícios de laboratório nos quais os estudantes devem apenas observar ou “experienciar” um fenómeno não familiar ou aprender a dominar uma determinada técnica laboratorial. (p.200).

Com base nestes quatro níveis, vários/as autores/as sugerem a existência de quatro tipos de investigações: confirmatórias, estruturadas, guiadas e abertas (Tabela 3)³¹. As atividades confirmatórias correspondem ao primeiro nível, em que é fornecida a questão e o procedimento, e em que os resultados esperados já são conhecidos pelos/as alunos/as. As investigações estruturadas são bastante semelhantes às atividades confirmatórias, exceto pelo facto dos/as alunos/as não conhecerem os resultados antecipadamente (ambos correspondem a atividades tipo “receita” dado fornecerem todos os passos do procedimento). Nas investigações guiadas o/a professor/a apenas fornece a questão a ser investigada, enquanto que nas investigações abertas os/as alunos/as formulam as suas próprias questões, desenham a investigação, e elaboram as conclusões (Banchi & Bell, 2008; Bell, Smetana, & Binns, 2005).

³¹ Há autores/as que excluem as investigações confirmatórias como o primeiro nível de abertura (Colburn, 2000; Martin-Hansen, 2002). Para outras classificações consultar Eick, Meadows, e Balkcom (2005) e Martin-Hansen (2002).

Tabela 3

Os quatro níveis de atividades investigativas com base nas informações fornecidas (Bell et al., 2005).

	Nível de <i>inquiry</i>	Questão	Procedimento	Solução
1-	Investigação confirmatória (os resultados já são conhecidos)	✓	✓	✓
2-	Investigação estruturada (investigação de uma questão apresentada pelo/a professor/a através de um procedimento pré-determinado)	✓	✓	
3-	Investigação guiada (investigação de uma questão apresentada pelo/a professor/a usando procedimentos selecionados ou desenhados pelos/as alunos/as)	✓		
4-	Investigação aberta (quer a questão quer os procedimentos são formulados pelos/as alunos/as)			

Subjacente a este *continuum*, está inerente a perspectiva de que os/as alunos/as devem, gradualmente, progredir desde os níveis mais estruturados para os níveis mais abertos. Aliás, só à medida que os/as alunos/as forem ganhando alguma familiaridade, e desenvolvendo competências processuais, é que poderão desenhar e conduzir na íntegra as suas próprias investigações (Bell, Smetana, & Binns, 2005).

A possibilidade de diferentes níveis de abertura, no processo investigativo, é igualmente enfatizada pelos *National Science Education Standards* (2000) ao afirmar que:

[a] investigação na sala de aula pode tomar várias formas. As investigações podem ser altamente estruturadas pelo/a professor/a de forma a que os/as alunos/as prossigam em direção a resultados conhecidos (...). Ou as investigações podem ser explorações livres sobre fenómenos desconhecidos (...). O formato que as investigações adquirem depende largamente dos objetivos educacionais na ótica dos/as estudantes, e como estes objetivos são diversos, investigações altamente estruturadas e abertas ambas têm lugar nas aulas de ciências (p.10).

Assim, a presença dos cinco aspetos essenciais de um ensino por investigação determina se o ensino por investigação é “total” ou “parcial”, enquanto que a informação que é fornecida pelo/a professor/a, para o desenvolvimento de cada um dos cinco

aspectos, determina o grau de abertura da atividade. Esta posição evidencia como as atividades podem variar num contínuo, desde centradas no/a professor/a, até centradas nos/as alunos/as. Num ambiente de investigação dirigido pelos/as alunos/as, estes/as colocam as questões ou problemas, determinam o que constitui evidências, desenham os procedimentos para recolherem os dados e apresentam e defendem as suas explicações com base nas evidências recolhidas.

Das conceções às práticas, um longo caminho a percorrer

Apesar dos fortes apelos, no sentido da adoção de um ensino por investigação, vários/as autores/as sugerem que a maioria das práticas pedagógicas não reflete esta abordagem de ensino. Dados auto-reportados, obtidos através da aplicação de questionários, constituem uma das principais fontes utilizadas para documentar a ausência de abordagens investigativas no ensino das ciências. Nos Estados Unidos da América, a realização de *surveys* nacionais, a professores e professoras de matemática e ciências, dos diferentes níveis de ensino, tem já uma longa tradição. O primeiro foi conduzido em 1977 (Weiss, 1978) e, recentemente, foram publicados os dados do quinto *survey* (Banilower et al., 2013). No contexto português, ocorreu uma iniciativa semelhante, no âmbito de um projeto que pretendia avaliar o currículo das Ciências Físicas e Naturais para o 3º CEB (Galvão, Faria, Freire, & Baptista, 2013). É de salientar o facto de neste estudo terem sido inqueridos tanto professores/as, como alunos/as, o que permitiu a triangulação dos dados. Existem igualmente evidências empíricas resultantes da observação de aulas (direta e indireta). Destacam-se, por exemplo, os estudos de caso desenvolvidos na década de setenta (Stake & Easley, 1978), o *Looking Inside the Classroom study* (Weiss, Pasley, Smith, Banilower, & Heck, 2003), e o estudo baseado na análise de vídeos de aulas do oitavo ano de escolaridade, em cinco países diferentes (Roth et al., 2006).

Apesar da diversidade metodológica e dos contextos em análise, estes estudos fornecem evidências de que as práticas pedagógicas, mais frequentes na sala de aula, são pouco coerentes com as defendidas nos atuais movimentos de reforma. Na maioria dos casos, raramente são adotadas estratégias associadas à realização de atividades investigativas.

Dado o hiato existente, entre os princípios preconizados nas reformas educativas e as práticas docentes, vários estudos têm procurado investigar esta temática, segundo diferentes perspetivas. Uma das linhas de investigação seguidas visa compreender quais os constrangimentos que os/as professores/as invocam para justificar a não adoção de um ensino por investigação. Outra linha, tem procurado compreender quais os conhecimentos de base necessários para a implementação desta abordagem de ensino e, em particular, a relação entre as conceções e as práticas dos/as professores/as. Apesar de em menor número, algumas investigações têm procurado retratar a adoção de práticas investigativas na sala de aula, descrevendo os processos e os papéis que são assumidos pelos/as alunos/as e professores/as. Nesta secção, descrevem-se alguns destes estudos, envolvendo apenas professores/as em serviço. Tendo em conta, por um lado, o objetivo da presente tese e, por outro, a especificidade da formação inicial de professores/as, analisam-se ainda investigações envolvendo futuros/as professores/as³².

Barreiras e dilemas associadas à implementação de um ensino por investigação

Ainda na década de oitenta, os/as professores/as envolvidos/as no estudo realizado por Welch et al. (1981), mencionaram uma miríade de razões para justificar a não adoção de abordagens investigativas na sala de aula como, por exemplo, falta de preparação, dificuldade em gerir a turma, falta de tempo para preparar as aulas, falta de materiais, pouco suporte oficial, dificuldade em cumprir os conteúdos programáticos, e dúvidas quanto à eficácia desta abordagem.

Também Songer, Lee, e Kam (2002) exploraram quais os constrangimentos associados à implementação de atividades investigativas, mas com a particularidade de estarem associadas à utilização das novas tecnologias. Os dados recolhidos através de questionários demonstram que os/as professores/as enfrentaram, para além dos aspetos relacionados com a tecnologia, as seguintes dificuldades: espaço e materiais inadequados, falta de tempo, elevado número de alunos/as por turma e limitada liberdade em termos de ensino.

Conclusões semelhantes foram obtidas por McGinnis, Parker, e Graeber (2004) ao investigarem a fase de indução de cinco professores/as de matemática e ciências.

³² Neste ponto não serão incluídos estudos que abordem os efeitos das experiências investigativas em contextos reais de ciências, dado que serão alvo de análise no último capítulo da revisão da literatura.

Estes/as professores/as tinham a particularidade de terem participado no mesmo programa de formação inicial e de terem intenções e conhecimentos para implementar um ensino por investigação. No entanto, o estudo indica que as perceções acerca da cultura escolar (diretores/as e professores/as da escola, estudantes, currículos e avaliações externas) influenciaram a implementação de investigações na sala de aula. Quando os/as professores/as consideravam que a cultura escolar suportava e se alinhava com a forma como pretendiam ensinar eram adotadas estratégias em harmonia com as reformas escolares. Pelo contrário, quando a cultura escolar não suportava essas práticas, as mesmas dificilmente eram implementadas. Nestes casos os/as professores/as exibiram diferentes estratégias sociais, não mutuamente exclusivas, com o objetivo de responder aos constrangimentos percecionados: resistência (questionando os/as superiores sobre as decisões tomadas e defendendo as práticas adotadas); procurando outra cultura escolar; e abandonando a cultura escolar.

Através do estudo de uma professora do quarto ano de escolaridade, Keys e Kennedy (1999) identificaram três grandes desafios associados à adoção de um ensino por investigação: 1) falta de tempo; 2) devolver as questões aos alunos e às alunas; 3) ensinar conceitos presentes nos programas que, na opinião da professora, eram demasiado abstratos e, como tal, não podiam ser trabalhados através de uma abordagem investigativa.

Tal como Anderson (2002) refere, grande parte dos fatores acima descritos referem-se a situações externas aos professores e às professoras. No entanto, as dificuldades associadas à adoção de novas abordagens ao ensino são, muitas vezes, internas, incluindo crenças e valores sobre os/as alunos/as, o ensino, a aprendizagem, e as finalidades da educação. Vários estudos de natureza mais qualitativa têm tentado compreender os dilemas que os/as professores/as vivenciam relativamente à abordagem investigativa no ensino das ciências

Por exemplo, Roehrig e Luft (2004) procuraram estudar e compreender os fatores que influenciaram a adoção de um ensino por investigação em 14 professores/as do ensino secundário, em início de carreira, durante o período de um ano. Fruto dos estudos de caso, e da análise intercasos, quatro fatores foram identificados como sendo os que mais contribuíam para explicar os diferentes níveis de atividades investigativas implementadas pelos/as participantes: i) as conceções sobre a NC; ii) o conhecimento de conteúdo; iii) o conhecimento pedagógico; iv) as conceções sobre o ensino; v) e as preocupações acerca da gestão da aula e dos/as alunos/as. Contudo, nenhum destes aspetos, isoladamente, é um fator preditivo relativamente à adoção de um ensino por

investigação; pelo contrário “estes fatores trabalham coletivamente em diferentes graus para influenciar o ensino” (p.18).

Resultados semelhantes foram obtidos por Lotter, Harwood, e Bonner (2007), através de um estudo de caso múltiplo e respetiva análise intercasos. Uma professora e dois professores do ensino secundário foram selecionados com base em três critérios: disponibilidade para serem observados/as; localização da escola onde lecionavam e diversidade de experiências em termos de ensino por investigação, avaliada através da realização de uma entrevista. A investigação revela que a quantidade e a natureza do ensino investigativo implementado foi influenciado por concepções relacionadas com quatro aspetos diferentes, nomeadamente, concepções sobre a ciência, os/as alunos/as, o ensino e os propósitos da educação. Por exemplo, o ensino por investigação foi limitado quando se acreditava que os/as alunos/as eram incapazes de resolver problemas de forma autónoma ou quando a ciência era perspectivada como um corpo de conhecimentos que precisavam ser transmitidos num curto espaço de tempo. Tendo por base estas conclusões, Lotter, Harwood, e Bonner (2007) sugerem a importância de, na formação de professores/as, se analisarem e desafiarem estas concepções centrais através de discussões.

Wallace e Kang (2004) investigaram as crenças de seis professores/as do ensino secundário relativamente às características de uma aprendizagem efetiva em ciência, aos propósitos do ensino das ciências no laboratório e à forma como as investigações podem ser implementadas na sala de aula. O estudo sugere a existência de um conjunto de crenças que entram em competição. Por um lado, as crenças resultantes da cultura escolar - como por exemplo, as concepções sobre os/as alunos/as, a eficiência, o rigor e a preparação dos exames - condicionam a adoção de um ensino por investigação. Contudo os/as professores/as possuíam igualmente crenças que contribuíam para a promoção do ensino por investigação, crenças essas de natureza mais privada, alicerçadas em noções individuais sobre o sucesso da aprendizagem em ciências. Acreditavam que as atividades investigativas promoviam o pensamento e a resolução de problemas, a enculturação, a melhor compreensão de alguns conceitos e a promoção da criatividade. Na opinião de Wallace e Kang (2004) este cenário origina “uma dificuldade substancial para os/as professores/as, que são colocados na posição de terem que escolher entre aquilo que eles acreditam ser melhor para os/as alunos/as e aquilo que a sociedade decidiu ser melhor para eles/as” (p. 958).

O estudo realizado por Brickhouse e Bodner (1992) ilustra igualmente a existência de tensões sobre o que se considera desejável e o que é possível tendo em conta fatores

contextuais. Ao longo de sete meses, as aulas de um professor em início de carreira foram observadas e foram realizadas entrevistas, semiestruturadas e informais, ao professor. Apesar de o professor considerar a ciência uma atividade criativa, caótica, que envolve investigações abertas, demonstrou muitas dificuldades em traduzir essa concepção para o seu ensino. Para este professor, era necessário transmitir conhecimentos de forma estruturada e, só depois dessa fase, os/as alunos/as seriam capazes de realizar “descobertas”. Além deste aspeto, o professor identificou constrangimentos institucionais que o impediam de adotar uma postura mais investigativa na sala de aula, como o isolamento, a falta de suporte positivo por parte dos supervisores e colegas e a “obrigatoriedade” de utilizar um manual que não escolheu.

Recorrendo a uma abordagem metodológica mista, compreendendo dados qualitativos e quantitativos, Capps e Crawford (2013) analisaram as visões e práticas de 26 professores/as, do quinto ao nono ano de escolaridade. A análise dos dados revelou uma associação entre as visões e a prática pedagógica, ou seja, a probabilidade de adoção de um ensino por investigação era maior entre os/as professores/as com visões mais robustas sobre a NC³³. Além disso, constataram que o único aspeto comum, entre os/as quatro professores/as que adotavam este tipo de ensino com maior frequência, era a elevada experiência em termos de ensino e aprendizagem em ciência.

A influência de fatores de ordem afetiva, quando os/as professores/as tentam promover um ensino por investigação, é igualmente relevante. Através da análise de entrevistas e reflexões *on-line*, realizadas por duas professoras de ciências, Dreon e McDonald (2011) constataram que o envolvimento emocional influenciou as escolhas pedagógicas realizadas pelas participantes e que esses fatores se inter-relacionam de forma complexa e dialética. As emoções identificadas resultaram de um sentimento de conforto relativamente aos conteúdos científicos (autoeficácia), da imprevisibilidade das aulas investigativas (crenças acerca do controlo) e de como as participantes consideravam que os/as alunos/as as viam (identidade da professora).

Vários estudos empíricos revelam ainda a existência de diferentes imagens associadas a um ensino por investigação, algumas das quais inconsistentes com as advogadas nas reformas educativas. Num desses estudos, envolvendo a análise de entrevistas realizadas a 20 professores/as do 1º ciclo, Ireland, Watters, Brownlee, e Lupton (2012) identificaram três concepções distintas sobre o ensino por investigação: a) a concepção

³³ Apesar do estudo distinguir entre visões sobre a natureza da ciência e sobre as investigações, dado o entendimento que este estudo adota relativamente a este conceito, estas visões foram agrupadas.

baseada na experiência, onde o foco principal é providenciar experiências sensoriais aos alunos e às alunas; ii) a concepção centrada nos problemas, onde o envolvimento em problemas desafiadores é o principal aspecto que caracteriza esta abordagem; iii) e a concepção centrada nas questões, onde ajudar os/as alunos/as a formularem questões, e a responderem às mesmas, é o aspecto essencial do ensino por investigação.

Um outro estudo procurou caracterizar as visões perfilhadas por 19 professores/as universitários/as (Brown, Abell, Demir, & Schmidt, 2006), tendo concluído que, independentemente da área disciplinar, a formulação de questões, por parte dos/as alunos/as, constituía o aspecto mais mencionado para caracterizar o ensino por investigação, sendo mínima a importância dada à formulação de explicações ou à argumentação. Além disso, o estudo indica que a grande maioria dos/as professores/as possui uma visão muito aberta e pouco estruturada das investigações e, consequentemente, muito centrada nos/as alunos/as. Apesar de valorizarem este tipo de ensino, os/as participantes identificaram vários constrangimentos associados à sua implementação, em particular, constrangimentos logísticos e constrangimentos associados aos alunos e às alunas (capacidades matemáticas, conhecimento científico e motivações) e, como tal, acreditavam ser um ensino mais apropriado para alunos/as de mestrado. O estudo concluiu que a forma como o ensino por investigação era perspectivado, e os constrangimentos resultantes dessa imagem, impediam uma adoção mais alargada desta abordagem de ensino.

Mais recentemente Capps e Crawford (2013), ao entrevistarem oito professores/as que consideravam ensinar ciências com recurso a investigações (apesar das observações realizadas não sustentarem esta ideia) e, ao solicitarem que descrevessem características desse ensino, verificaram que os exemplos dados associavam este tipo de ensino a abordagens centradas nos/as alunos/as e a atividades práticas.

Estes estudos sugerem a existência de diferentes mitos acerca desta abordagem de ensino (NRC, 2000). Esses entendimentos influenciam a implementação de uma abordagem investigativa, na sala de aula, de duas formas distintas: i) ao igualarem o ensino por investigação à realização de atividades práticas, os/as professores/as acreditam desenvolver este tipo de ensino, quando na verdade as evidências sugerem o contrário; ii) e, ao considerarem o ensino por investigação uma abordagem que engloba apenas a realização de investigações “abertas”, alguns professores/as acreditam tratar-se de uma abordagem pouco viável e, como tal, não a adotam.

Em suma, a adoção de um ensino por investigação é um processo complexo e influenciado por diferentes fatores, tanto externos como internos. A este respeito, Anderson (2002) sugere que as barreiras e os dilemas que os/as professores/as enfrentam, quando tentam adotar uma abordagem investigativa, podem ser agrupadas em três dimensões, a dimensão técnica, a dimensão política e a dimensão cultural. A dimensão técnica, engloba a capacidade limitada para ensinar de acordo com os referenciais construtivistas, os compromissos prévios, dificuldades face à avaliação da aprendizagem dos/as alunos/a, ao trabalho em grupo e ao novo papel dos/as alunos/as em sala de aula e uma formação em serviço desadequada. A dimensão política engloba uma formação em serviço desadequada, a resistência dos pais, os conflitos entre os/as professores/as, a falta de recursos e diferentes juízos sobre a justiça e sobre a equidade. A dimensão cultural, que segundo o autor provavelmente é a mais importante, inclui o compromisso com o manual escolar, perspectivas acerca da avaliação e a necessidade de cobrir todos os conteúdos escolares para preparar os/as alunos/as para os níveis de escolaridade seguintes.

Processos e papéis associados a um ensino por investigação

Algumas investigações têm procurado descrever práticas reais de sala de aula com o objetivo de caracterizar o papel que, tanto professores/as, como alunos/as assumem durante a realização de atividades investigativas. O estudo de caso realizado por Keys e Kennedy (1999) enquadra-se nesta linha de investigação dado que acompanhou uma professora do quarto ano de escolaridade, e a sua turma, ao longo de realização de investigações sobre a luz e o tempo. Fruto das observações e das entrevistas formais e informais realizadas, o estudo identificou diferentes particularidades na abordagem investigativa adotada pela professora. Em primeiro lugar, esta abordagem investigativa era fortuita, pois a professora esperava que as questões dos/as alunos/as surgissem naturalmente durante a condução de atividades planeadas por ela. A partir desse momento, reformulava a planificação permitindo que essas questões autênticas guiassem as atividades subsequentes. Em segundo lugar, dada a sua convicção de que o ensino das ciências devia promover o desenvolvimento de grandes ideias, auxiliava os/as alunos/as na construção de explicações, a partir dos dados, e providenciava oportunidades para que mobilizassem o conhecimento científico.

Também Crawford (2000) acompanhou a prática pedagógica de um professor de ciências. Através de múltiplas fontes de dados a autora verificou que, ao adotar um

ensino por investigação, o professor assumiu diferentes e diversos papéis em função das tarefas, nomeadamente de motivador, de diagnóstico, guia, inovador, experimentador, investigador, modelador, orientador, colaborador e aprendiz. Assim, sugere que as designações de “professor como facilitador” ou “professor como guia”, normalmente associadas ao papel do/a professor/a durante a condução de investigações na sala de aula, constituem expressões demasiado simplistas. A unidade de ecologia, implementada pelo professor, sugere a existência de um modelo complexo de ensino por investigação que apresenta seis características diferentes: 1) engloba problemas autênticos; 2) foca-se no tratamento de dados; 3) promove a colaboração entre alunos/as e professor; 4) estabelece ligação dos/as alunos/as com a comunidade; 5) ocorre a adoção de comportamentos semelhantes ao de um cientista, por parte do professor; 6) e desenvolve um sentido de pertença por parte dos/as alunos/as.

O estudo conduzido por Maskiewicz e Winters (2012) procurou compreender como, e até que ponto, os/as alunos/as contribuem para as práticas implementadas na sala de aula. Ao longo de dois anos foram realizadas observações em duas turmas de uma professora do quinto ano de escolaridade. Em ambos os anos, os/as alunos/as envolveram-se na procura de explicações para o fenómeno em estudo – o “desaparecimento” da água de uma poça - mas a natureza dessas investigações foi distinta. Apesar da problemática inicial ter sido a mesma, no primeiro ano as aulas foram dedicadas ao planeamento e realização de experiências para a obtenção de dados que suportassem as ideias dos/as alunos/as, enquanto que no segundo ano, despenderam mais tempo para refletirem sobre o fenómeno, tendo por base as suas experiências quotidianas, levando ao desenvolvimento de explicações sobre os processos de evaporação de forma colaborativa. A professora desempenhou um papel relevante, pois permitiu a participação dos/as alunos/as, dando espaço para que pudessem partilhar e desafiar ideias e raciocínios. Contudo, os dados sugerem que as diferenças encontradas, entre as duas turmas, resultaram das características da relação entre os/as alunos/as e a professora e não apenas de uma mudança na prática da professora. Dado que os/as alunos/as tiveram um papel significativo na forma como as investigações foram conduzidas, Maskiewicz e Winters (2012) defendem não ser fidedigno documentar a evolução da prática de um/a professor/a independentemente dos/as alunos/as.

Vários/as autores/as defendem que a maioria dos cursos universitários não prepara adequadamente os/as professores/as para desenvolverem investigações científicas e para adotarem um ensino por investigação (Roth & Lavoie, 2001; Roth et al., 1998). Algumas investigações têm, por esse motivo, procurado explorar os efeitos da introdução de inovações pedagógicas na formação inicial de professores/as. Apesar de estes estudos se centrarem em diferentes abordagens, a introdução de atividades investigativas tem sido uma das mais frequentes. A falta de experiências investigativas que os/as candidatos/as a professores/as possuem é a principal razão que sustenta esta opção. Por exemplo, Windschitl (2004) indica que, ao longo do percurso escolar, apenas 20% dos/as estudantes que frequentaram a sua unidade curricular de didática (durante quatro anos) tinham formulado uma questão e tinham planificado uma investigação para a resolver.

Windschitl (2003) investigou seis futuros/as professores/as de ciências do ensino secundário, ao longo de uma unidade curricular de didática, e das nove semanas subsequentes de prática de ensino supervisionada. No âmbito da unidade curricular, os/as participantes foram desafiados/as a planificar e a executar uma investigação durante seis semanas e a construir um diário com reflexões sobre todo o processo investigativo. Os dados sugerem que esta experiência investigativa apenas modificou as conceções dos/as participantes que já possuíam entendimentos informados acerca das investigações científicas. Concluiu ainda, que os/as participantes que adotaram um ensino por investigação mais aberto, ou guiado, foram aqueles/as que possuíam mais experiências investigativas autênticas e não aqueles/as que possuíam visões mais informadas sobre as investigações científicas. Em virtude destas conclusões, o autor enfatiza a importância dos/as futuros/as professores/as desenvolverem investigações e dessas experiências serem utilizadas para promover uma reflexão estrategicamente estruturada, não só sobre a natureza das investigações científicas, mas também das investigações enquanto abordagem de ensino.

A influência do estágio e, em particular, dos/as cooperantes na adoção de um ensino por investigação tem sido igualmente investigada. Fazio, Melville, e Bartley (2010) entrevistaram 34 futuros/as professores/as de ciências do ensino secundário após terem completado um período de prática pedagógica (uma a cinco semanas) tendo verificado que apenas 10, dos 34 entrevistados/as, indicaram ter observado atividades investigativas nas escolas. Os/as participantes mencionaram ainda, que a maioria dos/as cooperantes associava o ensino por investigação à realização de atividades

abertas, um fator que geralmente desencorajava a utilização desta abordagem. Além disso, apenas cinco candidatos/as a professores/as reportaram terem tido suporte explícito, por parte dos/as cooperantes/as, para a utilização de abordagens investigativas na sala de aula. Foram ainda mencionados outros constrangimentos associados à utilização de um ensino por investigação: falta de recursos, tempo, problemas relacionados com a extensão do currículo e a cultura da escola. Apesar da falta de apoio, por parte dos/as cooperantes, vários/as participantes expressaram vontade de adotar um ensino por investigação no futuro.

Situação semelhante foi reportada por Lotter (2004), dado que mais de 75% dos/as participantes reportaram não terem visualizado nenhuma atividade de natureza investigativa durante o estágio de observação. Contudo, estas investigações apenas se basearam nos relatos dos/as candidatos/as a professores/as, não tendo sido observados os locais de estágio.

O estudo desenvolvido por Crawford (2007) foi um pouco mais longe, tendo explorado até que ponto as práticas, assim como as concepções dos/as cooperantes, suportam ou condicionam a adoção de um ensino por investigação. Utilizando múltiplas fontes de dados, a investigação concluiu que o entusiasmo inicial dos/as cinco futuros/as professores/as, relativamente à adoção de um ensino por investigação foi esmorecendo e que o grau de abertura dos/as cooperantes era uma das razões invocadas para explicar esse sentimento. Contudo, os diferentes níveis de investigação adotados não eram explicáveis apenas com base na abertura ou relutância do/a cooperantes. As concepções sobre a pedagogia, a escola, a aprendizagem dos/as alunos/as e a natureza da investigação científica influenciaram a escolha e o sucesso do ensino por investigação. Por exemplo, alguns futuros/as professores/as passaram a acreditar que as abordagens investigativas eram inapropriadas para os/as estudantes do secundário e, em grande medida, esses entendimentos resultaram da própria prática de ensino.

Analisando os estudos anteriormente descritos torna-se evidente que qualquer esforço de inovação no âmbito da formação de professores/as terá que reconhecer a importância das concepções dos/as (futuros/as) professores/as. No âmbito da adoção de um ensino por investigação as concepções sobre a NC, sobre o ensino e a aprendizagem das ciências, parecem ser particularmente importantes. Além destas concepções, a adoção de um ensino por investigação parece ser igualmente mediada por crenças culturais que, em muitas situações, originam tensões nos/as (futuros/as) professores/as.

Ou seja, mesmo quando os/as (futuros/as) professores/as possuem interesse e reconhecem os benefícios das atividades investigativas, as crenças culturais desempenham um papel relevante dado criarem tensões e dilemas na ação pedagógica dos/as docentes. No âmbito da formação inicial de professores/as, a abertura ou relutância dos/as cooperantes parece também desempenhar um papel importante nas opções tomadas pelos/as futuros/as professores/as.

O reconhecimento da importância destes aspetos acarreta igualmente consequências em termos metodológicos. Quando se pretende explorar com detalhe as relações entre as concepções, as intenções e os conhecimentos, é fundamental apostar em estudos com uma forte componente interpretativa, utilizando para isso estratégias de recolha de dados alicerçadas em entrevistas e em observações. Só assim será possível procurar compreender a complexidade dos aspetos envolvidos na adoção de um ensino por investigação em sala de aula.

Síntese

O grande distanciamento, entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada pelos/as cientistas, impulsionou várias reflexões sobre o valor das investigações na sala de aula (Dewey, 1910; Rutherford, 1964; Schwab, 1966). Apesar de não ser uma preocupação recente encontra-se, cada vez mais, sustentada.

O termo *investigação* é polissémico, em grande medida, fruto dos diferentes atores e contextos que o adotam (Anderson, 2002; Colburn, 2000). Contudo, habitualmente são identificadas três interpretações distintas: 1) investigação científica (as diferentes formas através das quais os/as cientistas estudam o mundo natural); 2) aprendizagem por investigação (o processo através do qual os/as alunos/as constroem conhecimento sobre conceitos científicos, a natureza da ciência e desenvolvem capacidades investigativas); 3) ensino por investigação (Anderson, 2002, 2007; Bybee, 2000; Lederman, 2004; NRC, 2000). Neste estudo, adota-se o termo ensino por investigação para designar uma abordagem de ensino que tenha em conta, total ou parcialmente, os seguintes aspetos: i) envolvimento numa questão científica; ii) priorização de evidências; iii) formulação de explicações; iv) articulação das explicações com o conhecimento científico; v) comunicação e justificação das explicações (NRC, 2000).

Apesar do ensino por investigação ser uma abordagem bastante valorizada nos documentos oficiais e na comunidade científica, vários estudos indicam que não é amplamente adotada pelos/as professores/as (Banilower et al., 2013; Capps & Crawford, 2013; Stake & Easley, 1978)

Diferentes aspetos parecem influenciar a (não) adoção desta abordagem de ensino. Alguns fatores são de origem interna e compreendem os conhecimentos, as crenças e as visões dos/as professores/as. Os estudos revelam ainda que as relações entre as conceções são complexas e, por vezes, antagónicas (Crawford, 1999, 2007; Hayes, 2002; Keys & Bryan, 2001; Roehrig & Luft, 2004; Wallace & Kang, 2004). Existem também fatores externos, como a falta de recursos, a falta de tempo, a falta de colaboração e a cultura escolar (Brickhouse & Bodner, 1992; McGinnis et al., 2004; C. Wallace & Kang, 2004).

Apesar dos diferentes estudos nesta área, “temos muito pouco conhecimento sobre as visões dos/as professores/as sobre os objetivos e propósitos do *inquiry*, os processos através dos quais eles/as o adotam ou as suas motivações para levarem a cabo uma forma de ensino mais complexa e habitualmente difícil” (Keys & Bryan, 2001). No domínio da formação de professores/as torna-se, assim, fundamental conhecer as conceções dos/as professores/as acerca desta temática, compreender como estas se relacionam com as práticas e como evoluem.

Experiências investigativas em contextos reais de ciência

Nesta secção, descrevem-se os pressupostos subjacentes às experiências investigativas em contextos reais de ciência. De seguida, procede-se à revisão de diferentes investigações que exploram o impacto deste modelo no pensamento e na prática dos/as professores/as. Dá-se primazia aos estudos que exploram o efeito ao nível das concepções dos/as (futuros/as) professores/as sobre a NC e sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Pressupostos e conceitos

O ensino por investigação e o ensino sobre a NC constituem aspetos nucleares do movimento de reforma educativa em vários países (AAAS, 1993; DEM, 2001; NRC, 1996; NGSS, 2013). Mas, tal como explicitado nos capítulos anteriores, as práticas ao nível da sala de aula não espelham este tipo de ensino (Banilower et al., 2013; Capps & Crawford, 2013; Galvão, Faria, & Freire, 2013).

Se, ao nível do ensino básico e secundário, as práticas docentes são ainda maioritariamente tradicionais, é expectável esperar que a grande maioria dos/as candidatos/as a professores/as nunca tenha vivenciado práticas inovadoras na qualidade de alunos/as. Pelo contrário, aprenderam ciência através de métodos tradicionais, com forte recurso aos manuais escolares. Geralmente possuem visões muito ingénuas sobre a NC e sobre o valor das atividades investigativas na sala de aula. É por isso, fundamental que as instituições de formação procurem novas estratégias formativas que contribuam, efetivamente, para alterar este ciclo vicioso (Buchberger et al., 2000; Nóvoa, 1992; Osborne & Dillon, 2008; Roth & Lavoie, 2001).

As recomendações veiculadas no *The National Science Education Standards* (NRC, 1996) sobre como, em que formatos, e em que condições o desenvolvimento profissional deve ter lugar, reforçam esta necessidade ao referirem que a formação dos/as professores/as de ciências deve incluir outras experiências, para além das que são oferecidas nos típicos cursos de ensino superior. É sugerida a “participação numa investigação num laboratório científico” (p.58) como uma possível estratégia de desenvolvimento profissional.

Um dos principais objetivos subjacente a esta estratégia é possibilitar aos professores e às professoras trabalharem, lado a lado, com cientistas num laboratório ou no campo, para aprenderem conteúdos e processos científicos e para observarem a cultura e o ethos das investigações (Loucks-Horsley et al., 2003). Não se pretende que os/as professores/as sejam cientistas, mas que compreendam o que é a ciência, como se faz ciência, o que é a atividade científica e como articular este conhecimento em contextos reais de ciência, criando ambientes de aprendizagem interessantes e motivadores para os/as alunos/as.

Trata-se de um modelo inspirado nos *apprenticeships*³⁴, uma abordagem em que os/as “aprendizes” (*newcomers*) interagem e trabalham em estreito contacto com os/as “mestres” (*oltimers*), com o intuito de aprender um ofício, através da combinação de três processos, a observação, o *coaching* e a prática (Lave & Wenger, 1991). Apesar de historicamente os *apprenticeships* estarem relacionados com o desenvolvimento de habilidades físicas, associadas a um ofício, o conceito tem-se afastado paulatinamente dessas conotações e, cada vez mais, são reconhecidas as suas potencialidades noutros domínios (Brown et al., 1989; Collins, Brown, & Newman, 1987; Lave & Wenger, 1991; Lave, 1988).

A atenção relativamente a este modelo reemergiu, em larga medida, fruto dos trabalhos desenvolvidos por Lave (1988) e Lave e Wenger (1991). Para Lave (1996) “as práticas informais, através das quais a aprendizagem tem lugar nos *apprenticeships*, são extremamente poderosas e robustas” (p.150). Ao comparar a aprendizagem que ocorre na escola, e fora dela, esta autora identificou duas diferenças significativas, respetivamente, cultura de aquisição *versus* compreender a prática e dissociada do contexto *versus* embebida no contexto.

Trata-se de uma abordagem alicerçada em perspetivas socioculturais da aprendizagem que sugerem que o conhecimento é altamente contextualizado e associado às situações em que ocorre. Isto é, as pessoas “interessadas na abordagem por *apprenticeship*, ou mais globalmente nas teorias de aprendizagem na prática, assumem que os processos de aprendizagem e de compreensão estão social e culturalmente associados” (Lave, 1997, pp. 18–19). A aprendizagem situada parte do princípio que o conhecimento deve ser apresentado em contextos autênticos e que a aprendizagem requer interação social e colaboração (Lave & Wenger, 1991)

³⁴ Optou-se por não traduzir este termo, pois não foi possível encontrar uma palavra portuguesa que exprimisse o seu significado.

A noção de *participação legítima periférica* (PLP) constitui um aspeto central desta perspetiva correspondendo a “um descritor do envolvimento numa prática social que inclui a aprendizagem como um constituinte integral” (Lave & Wenger, 1991, p. 35). Trata-se de uma ferramenta útil para descrever as relações que se estabelecem entre “aprendizes” e “mestres”, entre estes e as atividades, as identidades que se vão construindo, os artefactos usados e as comunidades de conhecimento e de prática. É importante frisar que o conceito de PLP não é entendido como uma estratégia pedagógica ou uma abordagem de ensino, mas sim como uma perspetiva analítica da aprendizagem e uma forma de a compreender.

A PLP é um conceito de natureza complexa e de carácter composto. Cada um dos aspetos que o compõem - legitimidade, periferialidade e participação - são indispensáveis e inter-relacionam-se. A legitimidade da participação é a característica que define a pertença de uma pessoa ao grupo. É não só uma condição indispensável para a aprendizagem, como um elemento constitutivo do seu conteúdo. A “periferialidade” sugere a existência de uma multiplicidade e variedade de formas de participação, de maior ou menor envolvimento, e com um carácter mais ou menos inclusivo, que coexistem numa mesma comunidade. Não é um conceito físico, nem uma forma de mensurar o conhecimento. Além disso, Lave e Wenger (1991) esclarecem que a “participação periférica” conduz a uma “participação plena”. A adoção desta expressão, em detrimento da “participação completa” ou “participação central”, visa fazer justiça à diversidade de relações que estão envolvidas nas várias formas de pertença a uma comunidade de prática. Entendida desta forma, a “periferialidade” é conceito positivo e dinâmico, pois sugere uma abertura, uma forma de ter acesso aos recursos necessários para uma compreensão, através da participação progressiva numa prática social específica.

Para ser possível participar de forma periférica legítima é necessário que os/as principiantes tenham acesso a outros/as participantes, às atividades principais, a ferramentas e recursos da prática. A partilha de histórias, as discussões sobre os aspetos mais problemáticos e difíceis da prática, e a existência de relações diversas e ricas no grupo, são aspetos que suportam a aprendizagem (Lave & Wenger, 1991).

Vários/as autores/as estabelecem uma relação estreita entre as experiências investigativas em contextos reais e o conceito de participação, introduzido por Lave e Wenger (1991). Esta associação é particularmente válida quando se pretende que os indivíduos alcancem o papel de participantes plenos numa comunidade. É o caso da imersão de mestrandos/doutorandos em comunidades científicas ou de futuros/as

professores/as na comunidade escolar. Contudo, a associação é distinta quando se fala de experiências investigativas de (futuros/as) professores/as em comunidades científicas. O conceito de trajetória torna-se uma noção útil para analisar esta diferença. Trajetórias de entrada envolvem os/as principiantes “juntarem-se à comunidade com o objetivo de se tornarem participantes plenos na sua prática” (Wenger, 1998, p.154). As trajetórias periféricas, pelo contrário, nunca levam à participação plena; os indivíduos mantêm-se marginais ao longo do tempo. No entanto, estas trajetórias podem providenciar um tipo de acesso à comunidade, e à sua prática, que poderá tornar-se suficientemente significativa. As trajetórias dos/as (futuros/as) professores/as em contextos reais de ciência enquadram-se, na sua maioria, nesta última categoria, principalmente quando o tempo de imersão é limitado. Pretende-se, acima de tudo, que os/as (futuros/as) professores/as tenham a oportunidade de observar, colaborar e refletir sobre as práticas científicas e, eventualmente, compreender a NC e transferir esses entendimentos para a prática docente.

Vários termos têm sido utilizados para designar este modelo de formação. Por exemplo, Loucks-Horsley, Love, Stiles, Mundry, e Hewson (2003) optam pela expressão “imersão no mundo dos/as cientistas”. Já no artigo de revisão realizado sobre esta temática Sadler, Burgin, McKinney, e Ponjuan (2010) utilizaram os termos “*apprenticeship learning*”, “*authentic science research*” e “*science apprenticeship*” como palavras-chave para selecionarem as investigações que seriam alvo de análise.

Neste estudo será adotada a expressão “experiências investigativas em contextos reais de ciência”. A não utilização do termo “experiências investigativas autênticas” resulta da necessidade de se tornar mais explícito o contexto da experiência. Por vezes, o termo “autêntico” é utilizado para designar experiências que ocorrem na sala de aula e que apresentam características semelhantes às realizadas pelos/as cientistas. É por isso que se considera que o termo “real” é mais ilustrativo do que o termo “autêntico”: A não adoção da expressão “imersão no mundo dos cientistas” resulta de uma outra preocupação, nomeadamente, o facto de não ser suficientemente informativa sobre o objetivo dessa imersão.

As experiências investigativas e os seus efeitos

Ao longo das últimas décadas, vários institutos têm desenhado estágios que possibilitam a colaboração de (futuros/as) professores/as em projetos de investigação reais. O

principal pressuposto destes programas é o de que essa experiência poderá ter profundos impactos nas concepções e nas práticas destes/as profissionais. Apesar de ser um pressuposto razoável carece, obviamente, de evidências empíricas que o suportem. Por essa razão, é fundamental analisarem-se estudos que investiguem os efeitos destes programas nas aprendizagens dos/a (futuros/as) professores/as.

Cada programa, iniciativa ou plano de formação utiliza uma grande variedade de estratégias, umas em combinação com as outras, formando habitualmente um desenho único (Loucks-Horsley et al., 2003). Os programas que envolvem experiências investigativas em contextos reais não são exceção. Por exemplo, algumas iniciativas oferecem uma componente adicional, onde os/as professores/as podem interagir com os/as restantes colegas envolvidos/as no programa para discutirem estratégias pedagógicas. Alguns programas decorrem no verão, outros fazem parte de uma unidade curricular oferecida na própria formação inicial de professores/as. Há igualmente outras características que têm variado, nomeadamente, o período de imersão, o nível de ensino que os/as professores/as lecionam, bem como, a natureza da investigação desenvolvida e o suporte fornecido pelos/as cientistas. Quanto ao último aspeto, por vezes é conduzida uma investigação simplificada, dado que os/as professores/as trabalham num projeto especial, ligeiramente relacionado com a investigação dos/as cientistas, mas simplificado para ser utilizada na sala de aula; noutras situações a investigação é “real”, dado que os/as professores/as colaboram em alguns aspetos da investigação do/a cientista; e, noutros casos é apenas “observada”, ou seja, os/as professores/as observam a equipa de investigação, sem realizarem um projeto ou participarem diretamente na investigação (Hughes, Molyneaux, & Dixon, 2012).

Dada esta diversidade, não basta descrever as aprendizagens realizadas. É necessário descrever as especificidades e singularidades de cada programa, de forma a relacionar os efeitos com os processos vividos. Tendo em conta os propósitos da presente investigação, dá-se primazia ao impacto das experiências investigativas em contextos reais de ciência nas concepções dos/as (futuros/as) professores/as sobre a NC e na transferência para a sala de aula.

Natureza da ciência

O desenvolvimento de visões mais informadas sobre a NC foi uma das forças motrizes para a introdução de atividades investigativas, em contextos reais de ciência, na

formação de professores/as. Partia-se do pressuposto que os/as (futuros/as) professores/as, ao colaborarem com cientistas, iriam desenvolver novas perspectivas sobre os processos envolvidos na construção do conhecimento científico e sobre as características desse conhecimento. Este argumento baseia-se numa abordagem implícita sobre o ensino da NC, uma vez que assume que o desenvolvimento de visões mais informadas resulta apenas da imersão em atividades de investigação. Durante vários anos, esta foi a abordagem mais adotada, tendo evidenciado o desenvolvimento de algumas aprendizagens.

Após a realização de um *survey*, para aferir o interesse de se incluírem experiências investigativas na formação inicial de professores/as, Melear (1999) verificou que, quer cientistas, quer (futuros/as) professores/as de ciências apresentavam uma visão muito consensual relativamente aos benefícios de um programa dessa natureza. Com base nestes resultados, e fruto de uma parceria entre o departamento de educação e a faculdade de ciências, foi concetualizado e oferecido um curso especial intitulado *Teaching Science: Just do it!*. Melear, Goodlaxson, Warne, e Hickok (2000) estudaram sete futuros/as professores/as de ciências, do ensino secundário, durante a realização de atividades investigativas, no âmbito desse curso, ao longo de um semestre. As questões de investigação e todo o processo investigativo foi conduzido pelos/as próprios/as participantes, apesar de terem sido condicionadas por um cenário proposto pelos/as cientistas e o instrutor do curso. Os/as cientistas envolvidos desempenharam assim, apenas o papel de facilitadores. Os/as participantes acabaram por desenvolver atividades investigativas individuais mas, ao longo do semestre, tiveram vários momentos de discussão e trabalho em grupo. Em virtude da análise temática realizada, Melear, Goodlaxson, Warne, e Hickok (2000) reportaram várias tensões e incidentes críticos ao longo da trajetória percorrida por cada participante. O desenvolvimento de ideias mais informadas, quanto ao tempo e quanto à complexidade inerente à investigação científica, foram algumas das aprendizagens realizadas pelos/as participantes.

Varelas, House, e Wenzel (2005) investigaram as conceções de duas futuras professoras e de um futuro professor de ciências, do ensino secundário, durante dez semanas de colaboração no desenvolvimento de investigações científicas em contextos reais de ciência. A partir da análise das entrevistas, foi possível verificar que as experiências investigativas vividas contribuíram para o desenvolvimento de visões mais informadas sobre a NC, uma vez que o/as participantes passaram a contemplar a não-linearidade, a desordem, bem como, o risco e a complexidade inerentes ao processo

científico, e a apreciar a relação dialética entre a teoria e os dados, e a ciência como uma comunidade de prática e como uma comunidade que partilha, determina e valida o conhecimento científico.

Os efeitos das experiências investigativas em contextos reais foram igualmente estudados em alunos/as de diferentes níveis de escolaridade. Bell, Blair, Crawford, e Lederman (2003), através da aplicação de um questionário a 10 alunos/as do ensino secundário, antes e após um estágio de verão com a duração de 8 semanas, detetaram poucas mudanças nas concepções sobre a NC.

Contudo, outros estudos revelam a existência de algumas aprendizagens, apesar da abordagem implícita seguida. Por exemplo, Cartrette e Melroe-Lehrman (2012), através da análise de questionários e entrevistas, identificaram mudanças nas concepções dos 17 participantes do ensino superior envolvidos, durante dez semanas, em atividades investigativas em contextos reais. Os/as participantes passaram a reconhecer que as investigações científicas reais apresentam características distintas das atividades investigativas realizadas nas salas de aulas, não correspondendo a processos lineares e ordenados, e que não são desenvolvidas de forma solitária. No entanto, continuaram a acreditar na existência de um único método científico.

Em virtude dos resultados inconclusivos destes estudos, bem como de investigações que recorreram a outros contextos para o desenvolvimento deste tipo de abordagem implícita, várias vozes começaram a enfatizar a importância de se dar visibilidade à NC, através da adoção de uma abordagem explícita. Passou a considerar-se que o contexto rico e autêntico, apesar de necessário, não seria suficiente para os efeitos pretendidos. Com base neste pressuposto, procurou-se então compreender o efeito das experiências investigativas, em contextos reais de ciência, quando acoplados de momentos específicos para discutir e refletir diferentes aspetos da NC.

O estudo desenvolvido por Schwartz et al. (2004) foi pioneiro nesta matéria. Estes investigadores exploraram o desenvolvimento de concepções sobre a natureza do conhecimento³⁵ e das metodologias científicas, em 13 futuros/as professores/as de ciências do ensino secundário, durante um programa com a duração de 10 semanas (cinco horas por semana). O programa apresentou três componentes principais: a imersão em contextos reais de ciência, a realização de diários reflexivos e o

³⁵ Neste artigo os autores utilizaram o termo natureza da ciência apenas para designar características do conhecimento científico tendo analisado, à parte, as características das metodologias científicas. Por isso mesmo, não se procedeu a uma tradução literal dos termos, com o objetivo de clarificar os conceitos de acordo com a explicitação mencionada no capítulo sobre a NC.

envolvimento em seminários. Em função das descrições obtidas, Schwartz et al. (2004) classificaram as experiências investigativas como “baixas”, quando os/as participantes não foram responsáveis por tomadas de decisões críticas (o contexto foi autêntico mas bastante periférico), e como “elevadas” quando incluíram o desenho e condução de uma investigação ou parte dela (apenas uma participante teve esta experiência). Os resultados indicam que a maioria dos/as participantes apresentaram desenvolvimentos relativamente às diferentes dimensões da NCC (a partir do questionário VNOS e das entrevistas). Os diários e os seminários foram referidos, pela maioria dos/as participantes, como os principais componentes do programa que contribuíram para essas mudanças. As experiências investigativas foram também mencionadas por duas razões: por terem constituído o contexto para alicerçar algumas das reflexões realizadas, e por terem permitido estabelecer interações com os/as cientistas. A postura reflexiva assumida pelos/as participantes foi um aspeto igualmente importante para a melhoria dos entendimentos sobre a NCC. Relativamente às metodologias científicas, oito dos treze participantes, evidenciaram um melhor entendimento relativamente à multiplicidade de métodos adotados nas investigações científicas.

A importância de uma abordagem explícita e reflexiva foi, posteriormente, explorada recorrendo à comparação das conceções de professores/as envolvidos/as em dois programas distintos (implícito *versus* explícito e reflexivo) (Schwartz, Westerlund, García, & Taylor, 2010). Os/as professores/as sujeitos a um ensino explícito, contrariamente aos restantes, desenvolveram visões mais informadas sobre a NC, em particular, sobre a diversidade metodológica, e o carácter tentativo e criativo do conhecimento científico. No entanto, o nível de integração entre a experiência investigativa e a componente explícita foi limitada.

Também o programa de desenvolvimento profissional investigado por Hughes et al. (2012) adotou uma abordagem explícita/reflexiva. Durante seis semanas, as duas professoras e o professor envolvidos neste programa tiveram a oportunidade de colaborar em investigações em contextos reais (período da manhã), e discutirem e refletirem sobre a NC (período da tarde). Através da aplicação do questionário *Views of Scientific Inquiry* (VOSI), antes e após o programa, foi possível constatar o desenvolvimento de visões mais informadas sobre a natureza das metodologias científicas: uma das participantes passou a reconhecer a subjetividade inerente à interpretação, o papel dos *outliers* nas investigações científicas e que a ciência nem sempre segue o método científico ou um processo *step-by-step*; a professora que registou um desenvolvimento mais modesto apresentava, ainda antes do seu

envolvimento no programa, visões informadas sobre a maioria das categorias presentes no VOSI; e o professor demonstrou desenvolvimento em todas as categorias patentes no VOSI.

Mais recentemente, Schwartz, Northcutt, Mesci e Stapleton (2013) procuraram compreender a evolução das concepções de 13 futuros/as professores/as de ciência sobre a NC ao longo de um programa de 13 meses, e identificar os elementos do programa responsáveis por essa evolução. O programa apresentava os seguintes componentes: 1) estágios de dez semanas num contexto real de ciência; 2) suporte para a transferência da experiência investigativa para o ensino (seminários sobre o ensino da NC e sobre o ensino por investigação); 3) experiências de ensino supervisionadas (observação de aulas, planificação de aulas e prática de ensino, durante duas semanas, num campo de ciência). Através da aplicação de questionários e da realização de entrevistas (pre/durante/após o programa) identificaram-se mudanças positivas em todos os aspetos da NCC alvo de análise no questionário VNOS. A diferença entre teorias e leis foi o aspeto que apresentou menor mudança. Houve igualmente um maior reconhecimento da diversidade de métodos utilizados na investigação científica. Schwartz, Northcutt, Mesci e Stapleton (2013) não identificaram qualquer relação entre as mudanças e o contexto real onde os/as participantes desenvolveram o estágio, mas sugerem que o *background* e as aspirações, em termos de carreira, podem estar relacionadas com o crescimento identificado no programa e com as diferenças encontradas entre os/as participantes.

Em síntese, alguns estudos relatam o desenvolvimento de ideias mais adequadas quanto ao tempo e persistência associada à recolha de dados científicos, assim como, quanto à complexidade inerente à investigação científica e ao seu carácter colaborativo (Melear et al., 2000; Varelas et al., 2005). No entanto, mudanças relativamente a características mais complexas sobre a natureza do conhecimento científico, como a criatividade, o carácter ensaístico do conhecimento científico, entre outras, apenas foram detetadas quando se adotou uma abordagem explícita (Hughes et al., 2012; Schwartz et al., 2004, 2010, 2013) o que reforça a pertinência de um ensino explícito e reflexivo sobre a NC.

Transferência para a sala de aula

Contribuir para a mudança das práticas docentes é igualmente um objetivo associado à introdução de experiências investigativas, em contextos reais de ciência, na formação de professores/as. Vários estudos têm procurado compreender o efeito destas experiências nas concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências e nas práticas docentes. No entanto, estes estudos diferem, tanto ao nível das metodologias adotadas, como das conclusões obtidas.

O *Maryland Collaborative for Teacher Preparation* (MCTP), iniciado em 1993, desenvolveu, implementou e avaliou diferentes abordagens interdisciplinares com o objetivo de melhorar a formação inicial de professores/as. Uma das abordagens correspondia à realização de estágios que permitissem aos/às futuros/as professores/as participar em atividades de matemática e de ciência, tal como realmente são realizadas em contextos reais. Langford e Huntley (1999), através da análise dos artefactos produzidos por 17 participantes ao longo do estágio, das discussões promovidas *on-line*, e de questionários de resposta fechada (pré e pós), procuraram compreender a influência do programa no desenvolvimento de concepções mais adequadas sobre a NC e sobre o ensino e a aprendizagem.

Em virtude dos desafios que caracterizaram o processo investigativo vivido, as participantes desenvolveram uma visão mais real da natureza e dos processos científicos. No final do programa, passaram a evidenciar uma maior tolerância face à ambiguidade, em grande medida, fruto do ciclo investigativo vivenciado, nomeadamente, “sobrecarregadas com informações, frustradas, iluminadas, encantadas e novamente frustradas” (Langford & Huntley, 1999, p. 289). Em estreita harmonia com estas mudanças, as participantes desenvolveram novas perspetivas sobre o ensino e a aprendizagem. Passaram a associar a curiosidade como uma característica inerente à profissão docente, e demonstraram vontade em encorajar os/as futuros/as alunos/as a terem um papel mais ativo na aprendizagem. Os/as mentores, ao terem demonstrado que é necessário encarar a ambiguidade e a incerteza com alguma abertura, tiveram um papel crucial nestas mudanças. As participantes abandonaram as suas ideias iniciais de que “o/a professor/a deve ter resposta para qualquer questão que surja na sala e que os/as alunos/as devem sair da sala de aula sempre esclarecidos e satisfeitos” (p.289). A natureza e o ambiente dos locais de estágio foi também um aspeto que emergiu durante a análise dos resultados. A natureza colaborativa do trabalho, a dedicação e esforço dos profissionais foram aspetos muito mencionados. Além disso, o

conhecimento que construíram sobre os/as investigadores/as, enquanto pessoas, foi um aspeto surpreendente para a maioria das participantes.

O programa *Teachers in the woods* (Dresner, 2002) providenciou experiências investigativas na área da ecologia para professores/as de ciências do ensino básico e secundário, com a duração de 5 a 6 semanas, seguido de um ano de *workshops* para auxiliar a transferência da experiência para a sala de aula. Durante o estágio de verão os/as professores/as receberam formação na área da ecologia das florestas, bem como em técnicas de trabalho de campo. Para além disso, trabalharam com cientistas num, ou mais, projetos investigativos. Através da aplicação de questionários foi possível concluir que, após a participação no programa, os/as professores/as: i) passaram a providenciar mais experiências na área da ecologia nas aulas que lecionavam; ii) reforçaram a sua confiança relativamente à condução de trabalhos de campo; iii) e alteraram, de forma significativa, a forma como ensinavam.

Posteriormente, Dresner e Worley (2006) entrevistaram 15 professores/as envolvidos/as no *Teachers in the woods*, nos últimos quatro ou cinco anos. Concluíram que o envolvimento no programa foi uma estratégia efetiva para o desenvolvimento de conhecimento e capacidades científicas dos/as participantes. Constataram que a natureza colegial do programa (entre professores/as e entre cientistas e professores/as) não só promoveu a aprendizagem em ciências, como forneceu oportunidades para se discutirem aspetos pedagógicos, o que contribuiu para que os/as professores/as se esforçassem por alterar as suas práticas.

De forma a estudar a influência das experiências investigativas em contextos reais de ciência nas práticas pedagógicas, Westerlund et al. (2002) conduziram uma análise profunda de quatro, dos/as 23, professores/as do ensino secundário que participaram num programa de desenvolvimento profissional durante 6 a 8 semanas. Os dados recolhidos, através de entrevistas e de observação de aulas, sugerem que este tipo de experiências “pode ter sucesso na promoção de mudanças nos/as professores/as no sentido de um ensino mais investigativo” (p.79). De acordo com Westerlund et al. (2002), este sucesso é uma consequência do aumento do conhecimento de conteúdo dos/as professores/as, do entusiasmo para ensinar ciências (que, depois leva ao aumento de atividades de laboratório e investigação) e da comunicação com os/as investigadores/as.

Brown e Melear (2007) investigaram três futuras professoras do ensino secundário, envolvidas no curso *Teaching Science: Just do it!*. Apesar destas futuras professoras

terem desenvolvidos capacidades e conhecimentos científicos, a transferência da experiência investigativa para a sala de aula foi muito limitada. Falta de tempo, necessidade de cobrir todos os conteúdos, e os exames no final do curso foram as principais razões invocadas pelas participantes para justificar a não adoção de um ensino por investigação.

O estudo conduzido por Pop, Dixon e Grove (2010) também analisou o impacto de experiências investigativas em contextos reais de ciência (seis semanas) nas práticas de ensino com recurso a questionários. Os/as professores/as reportaram um maior número de aulas que requeriam que os/as alunos/as aplicassem a ciência a situações da vida real, maior confiança em ensinar ciências, e um maior nível de entusiasmo relativamente a envolverem-se noutros programas de desenvolvimento similares. Verificou-se ainda que os/as professores/as do 1º ciclo, comparativamente aos do 3º ciclo e secundário, indicaram mais mudanças nas práticas de ensino relativamente às seguintes categorias: i) aspetos pedagógicos; ii) pensar sobre ciência; iii) e confiança no ensino das ciências. No entanto, tal como no estudo anteriormente mencionado, todos os dados foram auto-reportados e, como tal, Pop, Dixon e Grove (2010) sugerem que “as mudanças ocorreram no pensamento dos/as professores/as sobre o ensino das ciências, e não necessariamente numa adoção imediata das práticas investigativas na sala de aula” (p.142).

Em termos de metodologia, o estudo conduzido por Dixon e Wilke (2007) introduziu uma inovação, pois foram realizadas entrevistas e observações pré e pós programa. Esta investigação, acerca da influência de uma experiência de investigação de 6 semanas, no pensamento e prática pedagógica de duas professoras e de um professor do 1º ciclo, sugere a existência de impactos positivos, bem como, áreas que carecem de um maior desenvolvimento. Quatro temas emergiram da análise dos dados: autoconfiança; visões sobre a NC; concepções sobre os propósitos do ensino e da aprendizagem das ciências; e distinção entre atividades e experiências científicas. Após as experiências investigativas, uma das professoras e o professor aumentaram o tempo que dedicavam ao ensino das ciências, sentiram-se mais confiantes em fazê-lo, passaram a discutir a importância do pensamento científico e promoveram nos/as alunos/as o entusiasmo pela ciência. A outra professora passou a reconhecer o papel que a comunicação desempenha na ciência, começou a planificar momentos para que as crianças comunicassem entre elas, passou a discutir características das carreiras científicas e o facto de fazer ciência ser uma atividade que leva tempo. No entanto, a distinção entre atividades e experiências científicas, não foi concretizado.

Mais recentemente, um estudo que pretendia explorar o papel do/a mentor/a no desenvolvimento de entendimentos sobre a comunidade científica, também incluiu observações de aulas após a conclusão do programa (Hughes et al., 2012). De uma forma genérica, as conclusões do estudo indicam que embora os estágios em contextos reais de ciência sejam:

poderosas ferramentas para melhorar o entendimento dos/as professores/as e alunos/as acerca da investigação científica autêntica (...) um entendimento total da comunidade científica, e a transferência desse conhecimento para os/as alunos/as, não é garantida através da simples participação em investigações científicas autênticas. (p.934-935).

O tipo de acompanhamento que é feito pelo/a mentor/a, e o nível de participação dos/as professores/as nas investigações científicas, foram identificados como os aspetos mais importantes em termos de transferência destas experiências para os/as alunos/as.

Schwartz, Northcutt, Mesci e Stapleton (2013) através da aplicação de questionários e da realização de entrevistas (pré/durante/após), exploraram a evolução das visões sobre o ensino das ciências de 13 professores/as, ao longo de um programa que incluía, entre outros aspetos, uma componente investigativa em contexto real durante 10 semanas. Além disso, analisaram planos de aula e observaram aulas lecionadas pelos/as participantes num campo de ciência. A análise dos questionários sugere que os/as participantes passaram de uma orientação de ensino muito transmissiva para uma orientação mais centrada no/a aluno/a. No entanto, um ensino por investigação foi difícil de implementar e os/as participantes não deram prioridade à NC nos planos de aula. A dificuldade de incorporar o ensino sobre a NC deveu-se, essencialmente, à falta de tempo, às conceções dos/as professores/as, à falta de recursos e à falta de conforto com os conteúdos. Foram ainda reportados os seguintes efeitos: aumento da eficácia como cientista e como professor/a de ciências; melhor entendimento sobre a NC, conteúdos e técnicas científicas; maior entusiasmo para a ciência e para o ensino das ciências; maior consciência da aplicação prática dos conteúdos científicos; uma orientação para o ensino das ciências mais investigativo; maior consciencialização das capacidades dos/as alunos/as para aprender ciência através de investigações; maior capacidade para envolver os/as alunos/as em práticas científicas e de raciocínio.

O estudo desenvolvido por Blanchard, Southerland, e Granger (2009) tinha como principal objetivo descrever as mudanças de quatro professores/as envolvidos/as no *Marine Ecology for Teachers Program (MET)* e compreender os eventuais fatores responsáveis por essas mudanças. Este programa, com a duração de 6 semanas, foi desenhado com a finalidade dos/as participantes compreenderem a investigação, quer

como uma metodologia científica, quer como uma estratégia de ensino das ciências. A componente investigativa do programa procurou enfatizar a autenticidade das atividades, segundo o ponto de vista dos/as participantes e, por isso mesmo, em vez de colaborarem num projeto de investigação já em desenvolvimento, os/as professores/as conduziram as suas próprias investigações, com a orientação de dois cientistas. Paralelamente à componente investigativa, os/as participantes frequentaram sessões de natureza pedagógica, que pretendiam promover a reflexão sobre o processo investigativo. No final, foram ainda adaptadas aulas lecionadas pelos/as participantes, utilizando o modelo de ensino por investigação vivenciado no programa.

Para investigar os efeitos deste programa, foram utilizados múltiplos métodos de recolha de dados (questionários, entrevistas, análise de aulas gravadas, observações durante o programa, conversas informais e observação de aulas), e selecionados quatro estudos de caso com o objetivo de representar o melhor cenário possível (forte conhecimento científico; larga experiência de ensino no secundário; forte envolvimento no programa, e interesse em continuar a desenvolver o seu ensino). Blanchard, Southerland, e Granger (2009) encontraram algumas evidências de que o processo reflexivo, sobre as diferentes fases da investigação vivida, teve repercussões na planificação da prática letiva. Contudo, as repercussões foram mais evidentes na participante e no participante que já tinham entendimentos mais sofisticados relativamente ao ensino e à aprendizagem. Os autores concluem, referindo que as experiências investigativas em contextos reais de ciência podem ser experiências transformadoras se os/as participantes “estiverem teoricamente preparados para aprender a partir delas” (p. 355) e, se desenvolverem uma reflexão profunda sobre as suas crenças e os seus valores.

Em síntese, em virtude da imersão em contextos reais de ciência alguns estudos documentam mudanças ao nível do pensamento dos/as futuros/as professores/as sobre o ensino e a aprendizagem (Langford & Huntley, 1999; Schwartz et al., 2013), e vários estudos reportam um aumento da confiança para ensinar ciência (Dresner, 2002; Hughes et al., 2012; Pop et al., 2010; Schwartz et al., 2013). Quanto às mudanças das práticas dos/as professores/as os resultados não são coincidentes. Alguns estudos reportam dificuldades associadas à transferência da experiência para o contexto da sala de aula (Brown & Melear, 2007; Schwartz et al., 2013), enquanto outros reportam mudanças a este nível. Entre os que indicam efeitos positivos, alguns baseiam-se apenas em dados auto-reportados pelos/as participantes (Dresner & Worley, 2006; Dresner, 2002; Pop et al., 2010), e outros recorrem à observação de aulas. No entanto, quanto aos últimos, há diferenças significativas: dois deles analisam programas que

contemplam estratégias para ajudar a transferência da experiência investigativa para a sala de aula e, apesar de identificarem mudanças, as mesmas não são observadas em todos/as os/as participantes (Blanchard et al., 2009; Hughes et al., 2012); dois estudos, apesar de sugerirem mudanças, fornecem poucas (Westerlund et al., 2002) ou nenhuma evidências das observações realizadas, baseando-se mais no pensamento dos/as professores/as (Dixon & Wilke, 2007). Além disso, com exceção do estudo conduzido por Schwartz et al. (2013), as observações das práticas docentes não fornecem informações sobre a visibilidade da NC na prática dos/as participantes.

Recomendações

Uma consequência natural da análise das vivências e aprendizagens decorrentes dos programas anteriormente analisados, passa por tecer recomendações sobre as características que as colaborações entre cientistas e (futuros/as) professores/as devem ter de forma a maximizar as suas potencialidades.

Segundo Loucks-Horsley et al. (2003) as seguintes características são fundamentais para o sucesso das colaborações: a) os/as participantes devem ser perspectivados/as como idênticos/as em termos de troca de recursos e conhecimento; b) o papel do/a cientista deve ser claramente definido como *expert* no conteúdo; c) ambos os/as participantes/as devem assegurar que o ambiente é guiado por uma visão partilhada, que seja consistente com os valores, finalidades e objetivos do programa de desenvolvimento profissional, e que nenhuma das partes irá subestimar o processo; d) deve existir benefício, quer para os/as cientistas, quer para os/as professores/as.

Willcuts (2009), ao analisar as experiências de 10 professores/as envolvidos numa colaboração com cientistas, constatou que: a) a existência de um/a especialista em educação em ciência, que permita a ponte entre os/as cientistas e os/as professores/as, é fundamental e apresenta repercussões em todos os aspetos do desenvolvimento profissional; b) existe um paradoxo para os/as futuros/as professores/as, dado que os mesmos visualizam a experiência utilizando duas lentes distintas - a de aluno/a e a de professor/a; c) o ambiente de aprendizagem deve ser desenhado segundo uma abordagem construtivista, em que o/a cientista assume o papel de mediador/a da aprendizagem; d) as características da NC devem ser explicitadas para que possam ser visualizados e entendidas pelos/as professores/as.

Após a revisão e sistematização de vários estudos empíricos sobre os resultados associados à participação de professores/as em programas de aprendizagem em contextos reais de ciência, Sadler et al. (2010) identificaram 3 aspectos importantes com implicações no desenho de novos programas: 1) a duração da experiência é um fator importante nos resultados da participação; 2) o impacto do programa será reforçado introduzindo atividades com elementos que providenciem atenção explícita para os resultados pretendidos, 3) para muitos dos resultados desejados (compreensão da NC e pensamento crítico), assegurar um envolvimento epistemológico no processo de investigação é fundamental.

Síntese

Foi essencialmente a partir da década de noventa, que as experiências investigativas em contexto real de ciência, enquanto estratégia de formação de professores/as (inicial e continua), emergiram e ganharam visibilidade (NRC, 1996). Trata-se de um modelo de formação inspirado na aprendizagem por *apprenticeship* e alicerçado em assunções e perspectivas socioculturais quanto à natureza da aprendizagem e do conhecimento (Greeno, 1997; Lave & Wenger, 1991; Lave, 1988; Rogoff, 1990).

O principal pressuposto deste modelo é o de que o envolvimento ativo de professores/as e futuros/as professores/as, em contextos reais de ciência, colaborando nas atividades de investigação, por um determinado período de tempo, poderá ter profundos impactos nas suas concepções e nas suas práticas. As evidências empíricas resultantes da análise dos efeitos destas experiências suportam este pressuposto. No entanto, indicam também a necessidade de serem considerados determinados elementos críticos para que as aprendizagens desejadas se tornem possíveis. Por exemplo, vários estudos indicam que a adoção de uma abordagem explícita e reflexiva sobre a NC potencia o desenvolvimento de concepções mais informadas sobre a NC (Hughes et al., 2012; Schwartz et al., 2004, 2010, 2013). Além disso, começa a ganhar consistência a ideia de que a transferência destas experiências para a sala de aula não é garantida pela simples participação nos contextos reais de ciência. O nível de envolvimento dos/as (futuros/as) professores/as na equipa de investigação, a natureza do apoio fornecido pelo/a cientista (Hughes et al., 2012), e as perspectivas iniciais sobre o ensino das ciências (Blanchard et al., 2009) são alguns dos fatores que parecem mediar essa transferência.

Apesar de existir uma florescente literatura sobre esta temática, há ainda várias questões que requerem investigações futuras. Sadler et al. (2010) destacam a pertinência de apostar em estudos com maior diversidade metodológica e que adotem instrumentos que permitam avaliar de forma mais direta os impactos destes programas. Sugerem igualmente que as futuras investigações analisem características específicas e singulares dos programas, em detrimento de uma investigação de cariz mais holístico.

A presente investigação pretende ser mais um contributo em prol desse objetivo. Assim, para além da inserção de (futuros/as) professores/as em contextos reais de ciência, será dada relevância à reflexão sobre essa vivência, às concepções sobre a NC, às atividades investigativas e às práticas pedagógicas em educação em ciência. Pretende-se, através da avaliação do impacto destas singularidades no desenvolvimento profissional dos/as professores/as, contribuir para um aumento do conhecimento nesta área de investigação.

Metodologia

Este capítulo encontra-se organizado em quatro secções. Na primeira secção, realiza-se uma breve descrição da *Design Based Research* (DBR), a orientação metodológica adotada neste estudo. Em particular, descreve-se o contexto e as motivações que conduziram à emergência da DBR, assim como as suas principais características e potencialidades. Desta forma, pretende-se justificar a adequabilidade desta opção metodológica face à problemática e às questões da presente investigação.

Na segunda secção, descreve-se o desenho global da investigação e as três fases principais em que este se desenvolveu: análise e exploração do problema educativo; conceptualização e implementação do programa Ciência ao Vivo; avaliação e reflexão sobre o programa. Relativamente à última fase, explicitam-se as estratégias de recolha, análise e interpretação dos dados.

Por fim, na terceira e na quarta secção, discutem-se, respetivamente, as preocupações éticas e a validade do estudo.

Abordagem metodológica

As primeiras referências à *Design Based Research* (DBR), na área educacional, estão associadas aos esforços realizados por Brown (1992) e Collins (1992) no sentido de se diminuir o fosso entre a prática de investigação e a prática de ensino. Segundo Brown (1992), as conclusões obtidas nos estudos “laboratoriais” apresentavam uma capacidade limitada para explicar e prever a aprendizagem que ocorria dentro da sala de aula. Esta autora considerava importante desenvolver teorias de aprendizagem que tivessem em conta as múltiplas interações que ocorrem num cenário social complexo e que, para tal, era necessário desenvolver uma metodologia de experimentação *in situ*. Ideia semelhante foi defendida por Collins (1992) ao sugerir a necessidade de um maior paralelismo entre a investigação na área educacional e na área da aeronáutica, ou da inteligência artificial, em particular, procurando explorar como diferentes *designs* de ambientes de aprendizagem contribuem para a aprendizagem, cooperação, motivação, etc.

A emergência da DBR resultou da necessidade sentida de: i) responder a questões teóricas sobre a natureza da aprendizagem em contexto; ii) desenvolver abordagens para investigar a aprendizagem em situações reais; iii) ir além das limitadas e tradicionais formas de medir a aprendizagem; iv) e obter resultados investigativos a partir da avaliação formativa (Allan Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004, p. 16).

Em virtude das potencialidades associadas à DBR tem-se assistido, nas últimas décadas, a um aumento do número de estudos que recorrem a esta abordagem. A designação DBR é, cada vez mais, usada como um chapéu para englobar diferentes famílias ou modalidades de investigação³⁶ que, apesar de apresentarem especificidades, quanto às suas características e objetivos, apresentam igualmente similitudes (S. Barab & Squire, 2004; Cobb, Confrey, DiSessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Reeves, 2006; Wang & Hannafin, 2005)³⁷. Como tal, as definições de DBR existentes na literatura são habitualmente bastante genéricas e amplas. Por exemplo, para Barab e Squire (2004) a DBR contempla “uma série de abordagens com o objetivo de produzirem novas teorias, artefactos e práticas que tenham em conta e potencialmente influenciem a aprendizagem e o ensino em cenários reais” (p.2). Ideia semelhante é defendida por Wang e Hannafin (2005) ao definirem a DBR como:

[u]ma metodologia sistemática, mas flexível, que visa enriquecer as práticas educacionais por meio de um processo de análise iterativo, *design*, desenvolvimento e implementação, baseada na colaboração entre investigadores/as e praticantes em cenários da vida real, conduzindo a teorias e princípios de *design* sensíveis ao contexto. (p. 6-7).

O leque de domínios educacionais que podem ser alvo de análise através da DBR é bastante amplo, abrangendo tanto o desenvolvimento de novas tecnologias, como o desenvolvimento e melhoramento de uma sequência curricular e respetivas estratégias de ensino (Bell, 2004). As diferenças surgem ainda nas unidades de análise, na extensão da implementação, na natureza das áreas estudadas, assim como nas tradições metodológicas a partir das quais os estudos emergem (McKenney & Reeves, 2014a). Bell (2004) defende que a DBR é um empreendimento plural no que respeita ao foco da investigação, à prática e à epistemologia subjacente, tratando-se de:

uma orientação metodológica que pode ser utilizada dentro, e entre, várias perspetivas teóricas e várias tradições investigativas, com o intuito de estreitar a relação entre o *design* e

³⁶ Como, por exemplo, *design experiments*, *design research*, *development research*, *developmental research* e *formative research*.

³⁷ Não se trata de uma designação consensual. Por exemplo, van den Akker (1999) escolhe “*development research*” como o rótulo para designar diferentes abordagens relacionadas com o *design* e o desenvolvimento.

as atividades investigativas de forma a aumentar o nosso entendimento sobre os fenómenos educacionais. (p.245).

Apesar desta diversidade, vários/as autores/as têm procurado identificar e explorar as características transversais comuns aos diferentes tipos de investigação englobadas na DBR (e.g. Cobb et al., 2003; DBRC, 2003; van den Akker, 1999; Wang & Hannafin, 2005). Entre as características mais referenciadas destaca-se a natureza intervencionista, interativa, iterativa e flexível, contextualizada, pragmática e orientada pela teoria.

A DBR apresenta uma natureza intervencionista, ou seja, é levada a cabo com o intuito de provocar mudanças, através do desenho de inovações e da sua implementação em contextos reais (Cobb et al., 2003; Van den Akker, Gravemeijer, McKenney, & Nieveen, 2006; van den Akker, 1999). Além disso, apresenta uma natureza interativa pois, ao longo desse processo, é dada particular relevância à colaboração entre os/as participantes e os/as investigadores/as (van den Akker, 1999; Wang & Hannafin, 2005).

É também uma abordagem iterativa e flexível, uma vez que está constantemente a ser reavaliada através de ciclos de análise, desenho, implementação e redesenho (Wang & Hannafin, 2005). Cobb et al. (2003) referem que esta característica resulta do carácter prospetivo e reflexivo dos processos. Na fase prospetiva, são geradas determinadas conjeturas sobre a aprendizagem e as condições que a favorecem, enquanto que na fase reflexiva ocorre a avaliação do sucesso, ou não, dessas conjeturas e a sua reformulação, no caso de serem refutadas.

A natureza integrativa da DBR deriva do facto de serem adotados diferentes métodos de forma a maximizar a credibilidade da investigação. Os métodos podem ainda variar ao longo das diferentes fases investigativas e à medida que novas necessidades e aspetos emergem e o foco da investigação evolui (Wang & Hannafin, 2005). Ou seja, tipicamente há triangulação tanto de fontes, como de tipos de dados, para que seja possível associar os resultados pretendidos, e não pretendidos, aos processos de intervenção (DBRC, 2003).

Dada a natureza complexa e dinâmica dos fenómenos educativos, há uma miríade de variáveis específicas do contexto, e dependentes desse contexto, que influenciam a inovação educativa. Os resultados da investigação precisam de estar associados tanto aos processos do *design*, como ao contexto no qual a investigação foi conduzida. É este aspeto que torna a DBR uma abordagem contextualizada (Wang & Hannafin, 2005).

A DBR evidencia igualmente uma natureza pragmática, pois o valor da teoria é considerado através da extensão com que os princípios e os conceitos teóricos informam e melhoram a prática, ou seja, através da capacidade que possuem em explicar um fenómeno e produzir alterações no mundo (S. Barab & Squire, 2004; Cobb et al., 2003; DBRC, 2003). A utilidade nos contextos reais é, pelo menos em parte, um aspeto relevante para aferir o mérito de um *design* (Van den Akker et al., 2006).

Além da orientação utilitarista, a DBR é ainda orientada pela teoria de duas formas distintas: por um lado, as intervenções são informadas por pressupostos teóricos sobre a aprendizagem e, por outro, a própria construção do *design* e a sua implementação contribuem para ampliar ou redefinir esses pressupostos (Cobb et al., 2003; McKenney & Reeves, 2014a; Van den Akker et al., 2006). A DBR visa portanto produzir conhecimento sobre se, e como, uma intervenção funciona num determinado contexto. Este conhecimento apresenta diferentes designações consoante os/as autores/as, como por exemplo, princípios de *design* (Van den Akker et al., 2006) ou teorias locais (S. Barab & Squire, 2004; Edelson, 2002). Para Van den Akker (1999) os princípios de *design* são afirmações heurísticas que apresentam o seguinte formato:

se pretender desenhar a intervenção X para o propósito/função Y no contexto Z, então é aconselhado a dar à intervenção as características A, B e C [ênfase substantivo] e fazer uso através do procedimento K, L e M [ênfase processual] devido aos argumentos P, Q e R. (p. 9).

Os princípios podem assim apresentar uma natureza “substantiva”, referindo-se às características da intervenção (*what it should look like*) ou uma natureza “processual” (*how it should be developed*). Apesar de não garantirem o sucesso, estes princípios visam ajudar os/as investigadores/as a selecionar e aplicar o conhecimento mais apropriado (substantivo e processual) em tarefas de desenvolvimento e de *design*.

No entanto, como todas as abordagens metodológicas, a DBR apresenta pontos fortes mas também fragilidades e desafios. Collins et al. (2004) identificam limitações relacionadas com a complexidade do mundo real, em particular dos ambientes escolares, a grande quantidade de dados obtidos como resultado do estudo desses ambientes e a comparação entre *designs*. Na perspetiva de van den Akker (1999) a tensão associada à divisão do papel entre o desenvolvimento e a investigação, o isolamento de variáveis “críticas” *versus design* compreensivo e complexo e a generalização dos resultados constituem os três principais problemas e dilemas associados a esta abordagem. Sandoval e Bell (2004) apontam ainda para a importância de aferir a qualidade da DBR. A este nível, e de acordo com a opinião de Nieveen (2010),

a qualidade de uma intervenção pode ser ajuizada tendo em conta quatro critérios: i) a relevância - a intervenção deve ser alicerçada no estado da arte do conhecimento científico; ii) consistência - a intervenção deve ser planeada de forma lógica; iii) praticabilidade - a intervenção deve ser útil no contexto para a qual foi planeada e desenvolvida; iv) eficácia - a intervenção deve alcançar os resultados desejados. Sendo que os últimos dois critérios devem ser analisados ao nível das expectativas e da concretização.

Analisados os propósitos e as características da DBR importa agora explicitar os motivos que justificam a adoção desta abordagem no presente estudo. Tal como foi mencionado anteriormente, a DBR é uma abordagem que procura uma maior articulação entre a teoria e a prática sendo uma opção bastante relevante quando se estudam problemas complexos observados na prática, e para os quais ainda não existem orientações claras (Kelly, 2010). A problemática que deu origem à presente investigação - as dificuldades associadas à construção de conhecimentos informados sobre a NC e sobre o ensino das ciências por parte de futuros/as professores/as - apresenta estas características.

A DBR é ainda uma abordagem que visa enriquecer as práticas educacionais por meio da conceptualização, desenvolvimento e avaliação de uma intervenção educativa, aspeto amplamente visível nesta investigação. A conceptualização do programa Ciência ao Vivo (a intervenção educativa investigada neste estudo) assumiu pressupostos de uma DBR, pois teve em conta as características do contexto real e do conhecimento teórico existente na literatura. Além disso, a implementação da intervenção ocorreu num ambiente natural de aprendizagem e foi realizada de forma flexível e contextualizada. Acresce ainda o facto da avaliação do programa ter sido pautado por dois objetivos complementares, nomeadamente, melhorar as práticas pedagógicas e redefinir a teoria.

Desenho da investigação

Dados os diferentes compromissos e propósitos que podem estar associados à DBR, as modalidades que esta abordagem pode assumir são, naturalmente bastante diversas (McKenney & Reeves, 2012)³⁸. Por exemplo, para Reeves (2006) a DBR compreende quatro etapas distintas: análise do problema educativo; desenvolvimento de soluções a partir da teoria e do contexto; realização de ciclos iterativos de refinamento das soluções na prática; e, finalmente, a reflexão para produzir princípios de *design* (Figura 4).

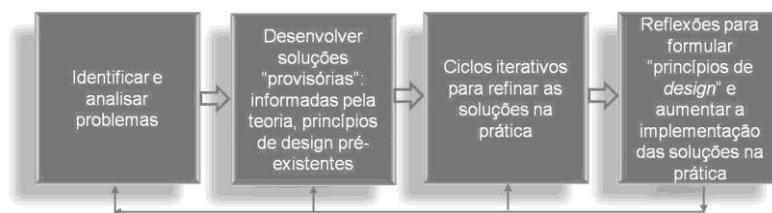


Figura 4. Fases da DBR segundo Reeves (2006).

De acordo com Plomp (2010), apesar dos/as autores/as variarem na forma como estabelecem o retrato de uma DBR, há consensualidade relativamente à existência de três fases distintas: i) fase da investigação preliminar, fase em que se realiza uma análise das necessidades e do contexto, uma revisão de literatura e o desenvolvimento de um quadro conceptual ou teórico para o estudo; ii) fase de protótipo, em que ocorre um processo iterativo em que a avaliação formativa é a atividade de pesquisa mais importante, a qual visa melhorar e aperfeiçoar a intervenção; e iii) fase de avaliação, que pretende concluir se a solução ou intervenção atende às especificações pré-determinadas e onde se realizam recomendações para a melhoria da intervenção.

Mais recentemente, e através de uma análise de diferentes modelos e *frameworks* disponíveis na literatura, McKenney e Reeves (2012) desenvolveram um modelo genérico sobre o processo da DBR. Para contemplar a grande variedade de abordagens existentes incluíram apenas os elementos que consideraram essenciais (Figura 5):

³⁸ Para uma análise mais detalhada dos diferentes modelos consultar McKenney e Reeves (2012).

- três fases cruciais, análise/exploração, *design*/construção e avaliação/reflexão, representadas pelos quadrados da Figura 5. As setas, entre as diferentes fases, ilustram a flexibilidade e a iteratividade do processo.
- um foco dual, tanto na teoria, como na prática. O modelo ilustra um processo investigativo e de *design* único e integrado. Os retângulos da Figura 5 representam os *outputs* tanto científicos como práticos.
- um caráter utilitário. O triângulo da Figura 5 representa a implementação e a divulgação e visa evidenciar que a interação com a prática está presente desde o início e que a sua extensão aumenta com o tempo. As setas bidirecionais indicam que o que acontece na prática influencia tanto os processos centrais em andamento, como os *outputs* e vice-versa.

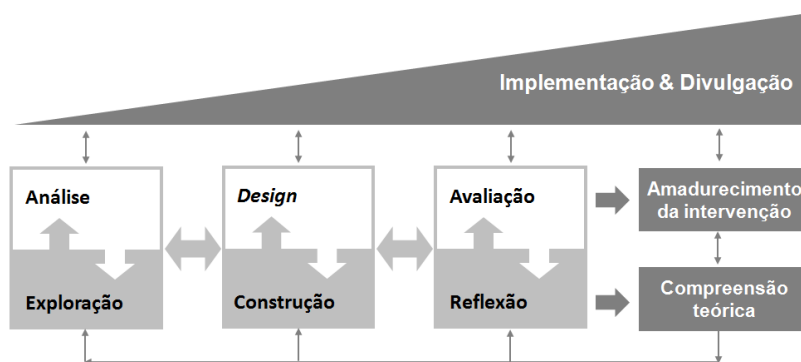


Figura 5. Modelo genérico para a condução da DBR (McKenney & Reeves, 2012).

Inspirada no modelo de McKenney e Reeves (2012), a presente investigação foi delineada em três fases principais: análise do problema educativo; conceptualização e implementação do programa Ciência ao Vivo; e avaliação e reflexão sobre o programa (Figura 6). Contrariamente a um *design* rotineiro, em que as decisões requerem pouca ou nenhuma aprendizagem significativa, num *design* inovador as decisões são complexas, necessitando de extensa investigação, experimentação e iteratividade (Edelson, 2002). Importa por isso descrever como o processo foi conduzido e explicitar as decisões tomadas em cada uma das fases da investigação.



Figura 6. Desenho global do estudo.

Fase 1 - Análise e exploração do problema

Durante a etapa de análise e exploração do problema procedeu-se à caracterização das necessidades e das oportunidades que o *design* deveria contemplar, assim como os desafios e constrangimentos que o contexto apresentava (Edelson, 2002; Reeves, 2006).

O retrato da situação real, e a formulação de possíveis explicações sobre as causas desse cenário, foi conduzido recorrendo a perspetivas reducionistas e sistémicas (McKenney & Reeves, 2012). Através de uma perspetiva reducionista pretendeu-se compreender o problema de forma parcelar e as suas causas diretas e indiretas. Já a abordagem sistémica promoveu uma compreensão holística do problema e de como as diferentes variáveis do contexto se interrelacionavam.

Durante esta fase foi igualmente relevante distinguir elementos passíveis, ou não, de serem modificados no contexto real, um processo que de acordo com McKenney e Reeves (2012) se designa por “jurisdição da mudança”³⁹. Por outras palavras, a jurisdição da mudança refere-se a(s) área(s) na qual o plano de intervenção será capaz de decidir e implementar mudanças, em virtude da sua própria autoridade ou através da sua influência. Esta análise é relevante pois como referem Fishman, Marx, Blumenfeld, Krajcik, e Soloway (2004) muitas vezes a DBR não contempla, de forma explícita e sistemática, aspetos relacionados com a aplicabilidade das intervenções e, como tal, por vezes dá origem a “*boutique projects*” que possuem pouco impacto para além da intervenção piloto (S. Barab & Squire, 2004).

Duas atividades foram fundamentais durante a análise e exploração do problema, nomeadamente, a revisão da literatura e o trabalho de campo. Estas atividades ocorreram de forma paralela e, habitualmente, uma em interação com a outra. A revisão da literatura foi, nesta fase, bastante geral, com o intuito de se obter informação que ajudasse a compreender o problema e o contexto.

Já o trabalho de campo, quando comparado com outras DBR, foi operacionalizado de forma distinta, dadas as características singulares da equipa de investigação. Habitualmente a DBR é realizada por investigadores/as universitários/as em colaboração com os/as professores/as. Não obstante fazerem parte da equipa de

³⁹ Em termos jurídicos a jurisdição refere-se à área na qual um juiz possui autoridade, podendo corresponder a um espaço físico ou a uma área jurídica.

investigação, geralmente os/as professores/as têm como principal responsabilidade a implementação da intervenção delineada pelos/as investigadores/as. Nesta situação, os/as investigadores/as precisam de visitar o contexto para desenvolver um retrato do mesmo. Tratando-se do cenário mais frequente, não é único, e outras modalidades têm sido desenvolvidas. Por exemplo, Stephan e Cobb (2013) descrevem uma DBR conduzida por uma equipa constituída, essencialmente por professores/as, que tinham como principal interesse melhorar as suas práticas de ensino e o raciocínio matemático dos/as estudantes. Esta modalidade foi a adotada neste estudo, uma vez que investigadora principal foi igualmente a pessoa responsável pela implementação da intervenção. Naturalmente, sendo a investigadora uma professora da instituição na qual se pretendia implementar a intervenção, a fase de imersão no contexto encontrava-se garantida.

Formal e informalmente, foram recolhidos dados que permitiram descrever o contexto e os seus agentes, assim como as perceções do problema por parte dos restantes professores/as envolvidos/as na educação em ciências da instituição.

Em virtude desta primeira fase foi possível redefinir o problema, formular objetivos a longo prazo e identificar requisitos parciais do *design*.

O problema identificado neste estudo relaciona-se com a precaridade da formação inicial de professores/as no âmbito do ensino sobre a NC e do ensino por investigação. As possíveis causas identificadas que justificam este cenário são: a) a falta de oportunidades para os/as futuros/as professores/as se consciencializarem e se confrontarem com as suas conceções sobre a NC e sobre o ensino das ciências, o que conduz à cristalização das mesmas; b) a falta de articulação entre espaços formais e não formais de aprendizagem e uma descontextualização dos conhecimentos científicos; c) a falta de diversidade de experiências, dado que as unidades curriculares (obrigatórias e eletivas), apesar de abordarem temáticas distintas, adotam, globalmente, abordagens e estratégias muito semelhantes. O problema resulta, portanto, da discrepância entre a situação existente na formação inicial de professores/as e a situação desejada, e baseou-se tanto na literatura como na investigação de campo.

Com base no entendimento construído acerca do problema e das necessidades e desejos identificados no contexto, foram delineados três objetivos para a intervenção: fomentar o desenvolvimento de competências científicas processuais; incrementar a compreensão sobre a NC; promover a construção de conhecimento acerca do ensino sobre a NC e do ensino por investigação. Pretendia-se, assim, que a intervenção

potenciasse a construção de uma nova concepção do que é ser professor/a e da prática docente, em harmonia com os novos paradigmas da Educação em Ciência.

Em virtude do trabalho de campo realizado, foi ainda possível obter informações sobre as oportunidades e os constrangimentos associados ao contexto da formação inicial de professores/as, que importa ter em conta durante o desenvolvimento da intervenção, de forma a aumentar a sua aplicabilidade. Em primeiro lugar, constatou-se que as unidades curriculares obrigatórias, na área das ciências físico-naturais da formação inicial de professores/as do contexto analisado, encontram-se organizadas e estruturadas de forma a trabalharem conteúdos científicos de natureza substantiva, que fazem parte dos conteúdos programáticos que, no futuro, os/as candidatos/as a professores/as terão que lecionar. Segundo os coordenadores das unidades curriculares esta decisão deriva, em grande parte, do facto de um número significativo dos/as estudantes da formação inicial de professores/as não ter frequentado, ao longo do ensino secundário, a área de Ciências e Tecnologia. Em segundo lugar, verificou-se que a instituição em causa apela a uma forte diversidade de unidades curriculares eletivas e que nessas unidades os constrangimentos anteriores (ao nível dos conteúdos programáticos a contemplar) não estão presentes. Fruto do cruzamento destas informações, considerou-se que a intervenção devia ser pensada para, no futuro, fazer parte da lista de unidades curriculares eletivas a oferecer.

Fase 2 - Desenvolvimento da intervenção

Durante a segunda fase desta investigação realizou-se, novamente, uma revisão da literatura com o objetivo de selecionar teorias e princípios de *design* que guiassem e orientassem o desenvolvimento da nossa intervenção. Durante este processo deu-se particular atenção a programas descritos na literatura e que visaram dar resposta a problemas semelhantes ou paralelos ao identificado no presente estudo (ver capítulo sobre experiências investigativas em contextos reais de ciência). A seleção de diferentes princípios de *design* resultou da análise detalhada dos sucessos e fracassos dessas intervenções (Tabela 4).

Tabela 4*Orientação teórica do estudo e respetivos princípios de design*

Dimensão	Princípios de <i>design</i>
Aprendizagem autêntica, explícita e contextualizada	Providenciar a participação em investigações científicas autênticas Promover a contextualização dos conhecimentos Tornar a NC visível no contexto real de ciência
Aprendizagem colaborativa	Promover interações produtivas Tornar o pensamento visível para que os/as futuros/as professores/as possam aprender sobre as ideias uns dos/as outros/as Reutilizar artefactos construídos pelos/as participantes
Aprendizagem reflexiva	Encorajar a reflexão Ter em consideração as concepções dos/as participantes sobre a NC e sobre o ensino das ciências Promover a identificação de fragilidades no conhecimento dos/as futuros/as professores/as sobre a NC (criar dissonância cognitiva individual e social)

Habitualmente as abordagens no âmbito do ensino da NC são caracterizadas tendo por base duas dimensões distintas: o grau de explicitação e o grau de contextualização. Neste estudo, considerou-se necessário introduzir uma nova dimensão – o nível de autenticidade. Alargando a ideia expressa por Clough (2006), da existência de um *continuum* entre atividades muito contextualizadas a totalmente descontextualizadas, às restantes dimensões contemplados neste estudo, e organizando-as sob a forma de 3 eixos, foi possível construir um cubo representativo da diversidade de tipos de abordagens no que concerne ao ensino da NC (Figura 7).

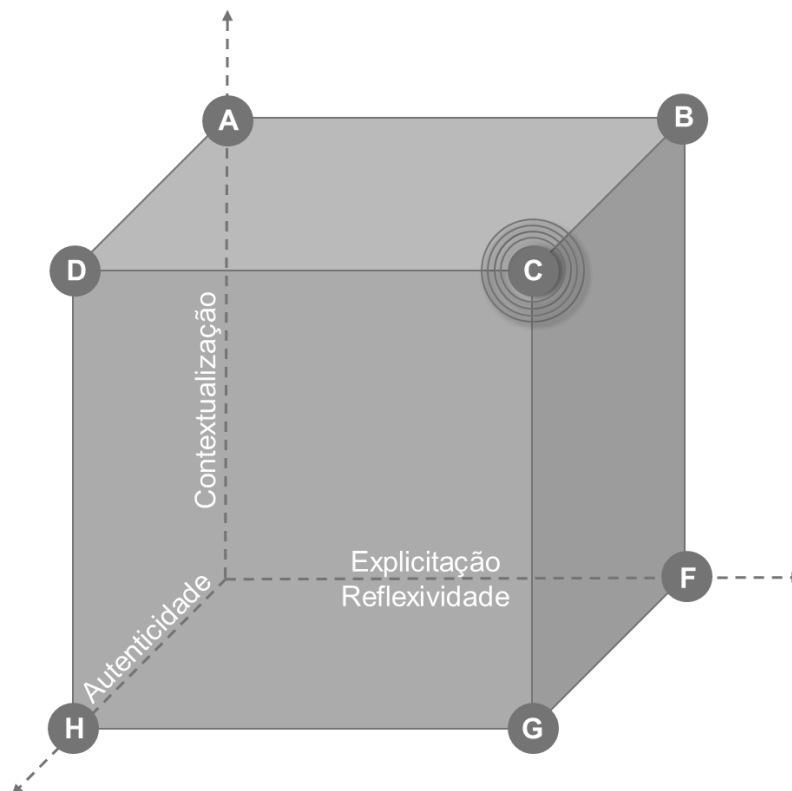


Figura 7. Caracterização da diversidade de abordagens no âmbito do ensino da NC.

Os vértices identificados na Figura 7 ilustram situações extremas, cuja descrição e análise pode contribuir para uma melhor compreensão da tridimensionalidade associada ao ensino da NC:

Vértice B: realização de uma atividade demonstrativa, em sala de aula, acoplada com momentos de explicitação e discussão sobre aspetos da NC patentes nessa mesma atividade. O facto de ser uma atividade demonstrativa torna-a pouco autêntica, ou seja, pouco ilustrativa das atividades realizadas em contextos reais de ciência. Como tal, a abordagem é caracterizada como sendo explícita, contextualizada mas com um baixo nível de autenticidade.

Vértice C: realização ou colaboração em investigações científicas em contextos reais de ciência associadas a momentos de explicitação da NC visível e patente nesses mesmos contextos. Trata-se, portanto, de uma abordagem autêntica, explícita e contextualizada.

Vértice F: realização de uma atividade em que a NC corresponde ao primeiro aspeto do ensino, sem relação direta com conceitos ou processos científicos. Trata-se de uma abordagem explícita, descontextualizada e com baixo grau de autenticidade.

Vértice H: realização ou colaboração em investigações científicas em contextos reais de ciência associadas à realização de atividades que visam a explicitação da NC, mas que não utilizam as investigações como contexto para essa reflexão. Parte-se do pressuposto que a transferência dessa explicitação para o contexto real de ciência será realizado pelo/a futuro/a

professor/a. Portanto, embora o contexto seja autêntico, este não é utilizado para a explicitação das diferentes dimensões da NC e, como tal, é uma abordagem descontextualizada mas autêntica.

O vértice “C”, da Figura 7, ilustra o tipo de abordagem que se pretendeu adotar no programa Ciência ao Vivo, isto é, uma abordagem que se caracteriza por ser autêntica, contextualizada e explícita.

A opção pela autenticidade resulta essencialmente da orientação teórica defendida neste estudo – aprendizagem situada (Lave & Wenger, 1991). Este referencial sugere que os/as participantes podem aprender a NC, de forma mais efetiva, através da participação num contexto autêntico e relevante. Neste programa, a autenticidade foi conferida através da imersão dos/as participantes em contextos reais de ciência. Desta forma pretendeu-se que os/as futuros/as professores/as vivenciassem o trabalho realizado no laboratório/campo e que desenvolvessem atividades práticas de cariz investigativo. Pretendia-se que o/a cientista adotasse o papel de mentor/a, explicitando os propósitos gerais e as implicações da investigação e envolvendo os/as participantes nas práticas científicas.

A duração do período de imersão foi uma decisão complexa e que pretendeu estabelecer um compromisso entre os constrangimentos do contexto de implementação do programa e o conhecimento desenvolvido em estudos semelhantes. Apesar de intuitivamente, e empiricamente, um maior tempo de imersão contribuir para o desenvolvimento de uma aprendizagem mais significativa (Sadler et al., 2010), na verdade, à medida que a extensão da imersão aumentasse, a aplicabilidade do programa diminuiria. Para fazer face ao requisito de *design* identificado na fase de análise e exploração do problema – a inclusão do programa numa unidade curricular eletiva da formação de professores/as – foi necessário assegurar que, no total, o programa não ultrapassasse 75 horas (o número de horas totais de uma unidade curricular de 3 ECTS⁴⁰). Decidiu-se que o estágio do programa Ciência ao Vivo deveria ter uma duração entre 45 a 60 horas.

Outra decisão importante relacionou-se com o agendamento dos estágios. Neste ponto, foi necessário ter em conta, por um lado, o calendário escolar da formação inicial de professores/as e, por outro lado, o calendário dos/as investigadores/as. Para ser

⁴⁰ *European Credit Transfer and Accumulation System*, ou seja, Sistema Europeu de Acumulação e Transferência de Créditos.

possível a colaboração em diferentes etapas do processo investigativo considerou-se útil que o estágio tivesse, pelo menos, a duração de três semanas.

Quanto à imersão propriamente dita, um dos princípios de *design* mencionados por Willcuts (2009), e adotado no presente estudo, diz respeito à existência de um/a especialista em educação em ciência, permitindo a ponte entre os/as cientistas e os/as futuros/as professores/as. Segundo o autor, este aspecto é fundamental e apresenta repercussões em todos os aspectos do desenvolvimento profissional. No nosso programa esta decisão teve ainda em conta um outro aspecto: a recolha de informação para o desenvolvimento dos seminários (outra componente do programa, para além dos estágios).

Esta abordagem autêntica, apesar de essencial, foi considerada insuficiente, dado que vários estudos têm indicado que o desenvolvimento de uma conceção informada sobre a ciência é favorecida quando se adota um ensino explícito e reflexivo (Bell, Blair, Crawford, & Lederman, 2003; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 2007). Este aspecto é bastante evidente nas recomendações tecidas por Willcuts (2009) ao mencionar que as características da NC devem ser explicitadas para que possam ser visualizados e entendidas pelos/as professores/as. Também Sadler et al. (2010) enfatizam esta necessidade, ao indicarem que o impacto deste tipo de programas é reforçado quando se introduzem atividades com elementos que providenciem atenção explícita para os resultados pretendidos. Tal como Windschitl (2003) denota “temos tendência a ver e a experienciar o mundo através dos nossos filtros conceptuais” (p.139).

Importa ainda referir que as vivências decorrentes das experiências investigativas foram perspectivadas como o principal contexto para a explicitação da NC. Por outras palavras, pretendeu-se que a NC “presente” no contexto real de ciência se tornasse visível e audível.

A promoção da reflexividade foi outra abordagem contemplada na conceptualização do programa Ciência ao Vivo. Este processo foi perspectivado como um instrumento fundamental para que os/as participantes envolvidos no programa se interrogassem sobre as suas crenças, e atribuíssem sentido às suas experiências (Boud, Keogh, & Walker, 1985; Boud & Walker, 1993; Nilsson & Loughran, 2012).

Naturalmente foi necessário conceptualizar ambientes e estratégias que fomentassem e suportassem o pensamento reflexivo. Foi assim solicitada a elaboração de um diário de bordo, durante a imersão nos contextos reais de ciências, que contemplasse tanto a

descrição das tarefas realizadas (experiências realizadas; notas, dados, análise e interpretação de resultados, etc.) como reflexões acerca da colaboração vivenciada. Dado que os diários fornecem ao autor, ou à autora, a oportunidade de entrar numa relação de diálogo consigo mesmo, e com aqueles/as que têm acesso à narrativa produzida, constituem um instrumento muito profícuo em termos formativos (Amado & Ferreira, 2013; Zabalza, 1994). Para além de fomentar a reflexão, a construção dos diários de bordo, tinha outros objetivos: obter informação sobre o tipo de trabalho desenvolvido, sobre a riqueza das aprendizagens efetuadas e sobre o pensamento das participantes relativamente às vivências investigativas.

Assumindo a aprendizagem como um processo que requer reflexão, mas também colaboração, a necessidade de envolver os/as participantes do programa em diálogos reflexivos, em que o seu pensamento se tornasse público, e em que fossem encorajados a conhecer e analisar outras perspetivas, foi igualmente acautelada durante a conceptualização do programa. Como refere Zeichner (2008) “[s]er desafiado e, ao mesmo tempo, apoiado por meio da interação social é importante para ajudar-nos a clarificar aquilo que nós acreditamos” (p. 543). Também Boud e Walker (1993) aludem à importância da interação social na promoção do pensamento reflexivo: “nós também precisamos de ser desafiados para que não nos enganemos a nós próprios, com as nossas assunções distorcidas ou incapacidade de considerar novas informações que estão atualmente fora do nosso campo de experiência” (p. 15).

Partiu-se assim, do pressuposto que uma abordagem participatória, dialógica e colaborativa da prática reflexiva seria bastante mais exigente do que uma prática individual, pois permitiria: i) tornar os/as participantes mais conscientes das suas próprias conceções; ii) tornar as conceções individuais mais transparentes e abertas a críticas e a desafios; iii) dar acesso a outras perspetivas e novas formas de pensar e ver a mesma situação.

Em virtude das orientações mencionadas anteriormente, para além da imersão nos contextos reais de ciência, o programa Ciência ao Vivo também incluiu a realização de sete seminários dedicados à discussão de diferentes dimensões da NC e do ensino das ciências (Tabela 5). Ao longo dos seminários privilegiou-se, acima de tudo, a partilha de experiências e a reflexão sobre a NC, as atividades investigativas, e as práticas pedagógicas, tendo-se privilegiado a experiência decorrente da inserção dos/as futuros/as professores na comunidade científica, como o principal contexto para a promoção dessa reflexão. A moderadora (investigadora) foi responsável por criar uma atmosfera amigável, incentivando as participantes a partilhar as suas ideias, permitindo

que todas as opiniões fossem respeitadas, assim como, por manter o grupo focado nos tópicos em análise. Por outras palavras, foi responsável por estimular e moderar as discussões, bem como, ajudar cada participante a ter em conta uma ampla gama de pontos de vista, a justificar as suas opiniões e a compará-las com as experiências nos contextos reais de ciência.

Tabela 5

Aspetos focados e explorados durante os seminários

Seminário	Descrição
S1	Descrição do local e do ambiente de estágio e da investigação científica
S2	Influências culturais e sociais das atividades científicas
S3	Pluralidade metodológica/ Método científico Validade das disciplinas baseadas na observação Estrutura e objetivo das experiências científicas
S4	O carácter empírico do conhecimento científico Referenciais teóricos e subjetividade Diferença entre observação e inferência
S5	Criatividade e imaginação Carácter tentativo da natureza do conhecimento científico Teorias e Leis
SA	O ensino sobre a natureza da ciência
SB	O ensino por investigação

O primeiro seminário (S1) visou, essencialmente, a descrição do local e do ambiente de estágio, bem como, da problemática e das questões orientadoras das investigações científicas conduzidas nos contextos reais de ciência, tal como é possível constatar através do preâmbulo realizado pela moradora:

Este primeiro seminário é essencialmente para vocês partilharem as vossas experiências, o que é que têm estado a fazer, que tipo de problema estão a investigar, em que área, como é que é o ambiente, em linhas gerais o que é que têm feito (...) [para] conhecerem o que as outras pessoas estiveram a fazer, para haver alguma contextualização, por isso, isto acaba por ser mais uma conversa (...) em que vocês partilham aquilo que estiveram a fazer ... (S1).

Além da partilha de experiências, o S1 pretendia também estimular a interação entre as participantes e criar um ambiente favorável ao questionamento e ao diálogo. Para tal,

inúmeras vezes a moderadora solicitou explicitamente que as participantes questionassem as intervenções realizadas pelas colegas: “não querem colocar nenhuma questão?” ou “se eu ouvisse essa descrição pela primeira vez teria algumas questões”. Além disso, através da análise e interpretação da linguagem não verbal procurou-se identificar eventuais dúvidas e fomentar a sua explicitação: “que caras são essas? Vocês estão com uma cara... expliquem-me” ou “porquê esse semblante, contem-me”. Nalgumas situações, foi necessário que a moderadora iniciasse o questionamento de forma a exemplificar e modelar o comportamento que se pretendia promover nas participantes. Ao detetarem-se dúvidas, quanto à descrição das atividades nas quais estavam a colaborar, a moderadora fez apelos no sentido das mesmas serem esclarecidas nos próprios contextos reais de ciência: “reparem, a ideia não é só que vocês façam tarefas, a ideia é também perceberem o porquê, a lógica subjacente”; “quando estiverem com o cientista coloquem questões sobre isto, se alguma coisa não ficou clara”.

Nos seminários dedicados às diferentes dimensões da NC (S2-S5) foram implementadas diferentes estratégias potenciadoras do desenvolvimento da capacidade de reflexão que, acima de tudo, primaram pela colaboração e reflexão compartilhada (Abd-El-Khalick & Akerson, 2009; Wahbeh & Abd-El-Khalick, 2013).

A leitura das respostas inicialmente dadas pelas participantes, ao questionário Q1 (ver estratégias de recolha de dados na próxima secção), foi a estratégia utilizada para tornar as concepções iniciais das participantes visíveis. Pretendia-se, assim, que as participantes conhecessem outros pontos de vista e, conseqüentemente, reexaminassem as suas visões à luz dessa diversidade. Optou-se por não identificar as respostas, deixando ao critério das participantes explicitarem, ou não, a autoria das mesmas. Após a leitura do Q1, diferentes questões foram formuladas por parte da moderadora com o intuito de promover o confronto de perspectivas e visões:

Em primeiro lugar, ficaram admiradas com a diversidade de respostas, estavam à espera disso?... há respostas com perspectivas diferentes e que estão fundamentadas (...) quando vocês leram a justificação das outras pessoas, houve alguma que acharam assim particularmente interessante, relevante, que vos tenha feito pensar mais? (S2).

(...) primeiro queria que lessem só (...) as vossas definições iniciais sobre o que era uma experiência científica e com que objetivo ela era realizada. Queria que lessem e eventualmente identificassem já algumas frases ou ideias que são veiculadas e que consideram interessantes, ou que vos suscitem algum interesse para que depois possamos discutir. (S3).

Posteriormente, foi solicitado que as participantes procurassem exemplos das suas vivências, nos contextos reais de ciência, que possibilitassem a contextualização dos tópicos em discussão:

(...) e situações assim concretas (...) recordam-se de algumas situações que podem estar relacionadas com a influencia ou não de valores culturais (...) fazendo uma viagem pelos vários momentos em que estiveram a trabalhar com os cientistas... Mais alguma situação do estágio que vocês acham que tenha sido relevante neste âmbito? (S2).

(...) em todos os sítios onde vocês tiveram foram feitas experiências? (S3).

A moderadora selecionou ainda, a partir dos diários de bordo e das notas de campo (ver estratégias de recolha de dados na próxima secção), episódios e situações críticas para contextualizar a discussão (Tabela 6). Quando a procura autónoma de exemplos do estágio começava a esmorecer, esses episódios eram entregues às participantes. Após a sua leitura, e com base em diferentes questões previamente elaboradas pela moderadora, era fomentada a reflexão. Pretendeu-se pois, promover a reinterpretação das experiências investigativas de forma colaborativa.

Em síntese, nos seminários S2-5 as estratégias adotadas apresentaram a seguinte sequência: 1) leitura das respostas inicialmente dadas ao Q1; 2) análise comparativa das respostas; 3) procura autónoma de elementos/situações vividas que possibilitassem a reinterpretação das dimensões da NC em análise; 4) leitura de situações selecionadas pela moderadora para ilustrar e contextualizar a NC nos contextos reais de ciência.

Tabela 6

Exemplos ilustrativos de situações selecionadas e respetivas questões exploratórias por seminário

Excertos utilizados e questões exploratórias	
S2	Mas o que me chocou mais foi o facto da DGV (Direção Geral de Veterinária) demorar anos e anos para aprovar alguns projetos. Muitos deles seriam vantajosos para a nossa saúde e é incompreensível como colocam tantos entraves. (DB – participante). Qual o papel da DGV nas investigações científicas? Será que em todos os países existe uma DGV?
S3	A investigadora referiu que há nove meses que andava a trabalhar na interpretação de uns dados. Depois, a investigadora explicou em que é que se baseava o estudo: a análise de várias espécies com base nos dados dos desembarques. Referiu que na análise inicial tinha juntado os dados de Portugal, depois separou por zonas, e depois por classes de peixes em relação ao Verão e Inverno. (DB – investigadora). De onde foram extraídos estes dados? Houve manipulação de variáveis?

-
- S4 A Helena questiona o Frederico sobre a relação entre o modelo e a realidade. Ele diz que isso tem a ver com o *scanning*. E ela pergunta: “mas professor para o seu trabalho não é preciso essa informação?” Ele diz que sim. (DB – investigadora).
Em que medida é importante esta relação com a realidade?
Será que esta característica está presente noutras áreas do conhecimento?
- S5 Refere então que o objetivo das experiências que vão realizar está relacionado com os fenómenos de interferência das falhas. Aqui refere que já publicou um artigo sobre isto numa revista e que é este fenómeno que explica o terramoto. Mas depois refere: explicações definitivas em ciências não existem (...) Depois, menciona que as hipóteses podem depois ser testadas em laboratório. Mas reforçou que a mesma realidade pode ser “obtida” de diferentes maneiras. Refere ainda que: “posso chegar lá de diferentes maneiras... No fim diz que ele acredita que... Que quer vender o seu peixe ao referir as suas ideias sobre a reativação das estruturas que alguns referem como estando já geologicamente mortas. Diz que outras pessoas têm outras opiniões sobre o que terá acontecido naquela zona. Que está neste momento a fazer uma revisão de um *paper* sobre isso! (DB - investigadora).
Por um lado o investigador refere que o fenómeno de interferência de falhas explica o fenómeno. Mas, simultaneamente, refere que explicações definitivas em ciência não existem.
A que se deve as diferentes interpretações sobre o que terá acontecido naquela zona?
O que significa o “testadas” neste contexto? Será que indica que a hipótese é provada/comprovada?
-

Principalmente ao longo do segundo seminário, várias solicitações foram realizadas pelas participantes no sentido da moderadora partilhar a sua opinião sobre os temas em discussão e, nalgumas situações indicar qual a posição mais correta face aos temas discutidos. Dados estes apelos, em diferentes momentos a moderadora procurou explicitar os objetivos dos seminários e, acima de tudo, “apagar” o pendor avaliativo que algumas participantes estavam a incutir à sessão:

(...) eu quero saber o que é que tu achas (...) será que há a resposta certa, a resposta errada
(...) eu disse isto já várias vezes, a ideia aqui não é no final eu dizer, a resposta certa é esta, eu quero que vocês próprias comecem a refletir sobre as vossas ideias, eu acho que partilharmos ideias ajuda no fundo a fundamentar melhor ou eventualmente a alterar a nossa opinião, eu não vos quero impor nada, o objetivo é refletirmos (...) a ideia é, irmos todas para casa pensar em imensas coisas, sobre isto, que é muito mais interessante do que eu vos dar o que é a definição do que é a ciência. (S2).

Já muito perto do final desta segunda sessão os apelos começaram a mudar de foco. Já não pretendiam que a moderadora desse a resposta “correta”, mas sim o seu ponto de vista, na qualidade de elemento de um grupo de discussão: “mas não é a professora dizer o que é a ciência, é o seu ponto de vista, quer dizer... nós já falámos todas, a professora podia falar” (Andreia, S2). Com o intuito de promover um sentimento de

coesão no grupo, a moderadora partilhou a sua opinião procurando, contudo, enfatizar a importância do processo reflexivo:

Investigadora: (...) temos aqui duas situações complicadas, cumprir todas as regras relativamente à utilização dos animais, e por outro lado termos fármacos (...) são situações complicadas e cada um de nós vai se posicionar de forma diferente, por exemplo, eu tinha uma amiga que era completamente contra a utilização de animais (...) ela não utilizava cosmética que tivesse sido testada em animais. Achem que aquela pessoa... no caso de seguir uma carreira de investigação vai procurar trabalhar com animais?... e acham que ela utiliza fármacos? E os fármacos são testados aonde? (...) eu tinha imensas discussões com ela.

Andreia - E ela o que respondia em relação a isso?

Investigadora - Que era uma necessidade extrema. No fundo ela naquilo onde pode, não utiliza, evita (...), ela fundamentava e depois discutíamos (...), portanto na verdade eu acho que nós somos pessoas que temos valores, culturais, há questões políticas... portanto as coisas não são separadas, eu não vejo a ciência como uma coisa que está acima do resto, para mim é influenciada, é, influencia e é influenciada, na minha perspetiva, isso faz-me sentido, mas lá está, há outros argumentos que eu também percebo e é isso que eu acho interessante, mas o objetivo destes seminários é que vocês pensem se calhar sobre assuntos que não pensaram, que alarguem o vosso campo de visão relativamente a estas temáticas, não é, que façam sempre alguma ligação com as situações que se estão a passar nos vossos laboratórios, entre aspas, vossos, porque são situações que vocês viveram, ninguém vos contou, e depois reconstruam ou não as vossas ideias. (S2).

É importante realçar que a planificação das sessões foi encarada de forma bastante flexível, tendo-se procedido a algumas reformulações em virtude da avaliação da utilidade e efeito das estratégias utilizadas, em função dos objetivos traçados para a componente explícita e reflexiva do programa. Por exemplo, apesar de não ter sido inicialmente contemplado, nalgumas situações, foram selecionados excertos dos próprios seminários. Esta estratégia foi essencialmente utilizada para se discutirem aspetos relacionados com a linguagem científica e, em particular, a utilização polissémica de termos como, por exemplo, “teoria”, “hipótese”, utilizando o próprio discurso das participantes.

Foram ainda dedicados dois seminários à abordagem de aspetos relacionados com o ensino sobre a NC e com o ensino por investigação. Também para estes seminários foram selecionadas situações vividas nos contextos reais de ciência, com potencial para despoletar discussões sobre aspetos de natureza pedagógica (Tabela 7). Mas, nestes casos, foram utilizados outros contextos, para além das experiências investigativas das participantes. Procedeu-se à visualização de filmes que documentavam a realização de

atividades investigativas com crianças do 1º e 2º CEB⁴¹, com o objetivo de promover discussões que possibilitassem a explicitação e articulação de concepções de natureza epistemológica e pedagógica (Abell, Bryan, & Anderson, 1998).

Tabela 7

Exemplos ilustrativos de situações selecionadas e respectivas questões exploratórias para o S_B

Excertos utilizados e questões exploratórias

Para terminar, devo acrescentar uma frase proferida pelo Frederico que me marcou durante este dia: “Em Ciência temos que manter sempre o espírito crítico aberto”. Considero que esta será a frase que, até à data desta minha experiência, melhor define o que é trabalhar EM ciência e PARA a ciência. Uma vez que nunca temos certezas absolutas acerca de nada no que à Ciência diz respeito, é absolutamente necessário manter o espírito crítico aberto, de modo a conseguirmos sempre observar os problemas sobre todos os ângulos. Isto é, colocando constantemente questões, dúvidas, hipóteses sobre o tema a ser investigado, a nossa capacidade de interpretação crítica não será comprometida. (DB – participante).

Será que as nossas aulas refletem esta natureza da ciência?

O que podemos fazer para os/as alunos/as construírem uma noção mais real do que é a ciência?

A propósito da resolução de problemas em laboratório (ex.: arranjar um mecanismo que permita fazer traços finos de marcação sobre a superfície da experiência), achei bastante interessante o facto de simples objetos do dia-a-dia serem bastante úteis para desempenhar funções no laboratório. (DB – participante).

Muitos professores referem que não realizam mais atividades com os/as alunos/as por falta de material... Consideram a falta de material um constrangimento?

Ao presenciar esta discussão orientada sempre pelo professor, e o facto do mesmo ter proferido tal afirmação, fez-me perceber que, em situação de sala de aula, o papel do professor de 1/2.º Ciclo deve ser este mesmo: fazer os alunos questionarem o porquê das coisas, porque é que as coisas acontecem daquela maneira, por vezes inesperada. É através deste questionamento que chegamos a conclusões importantes às nossas pesquisas/investigações, uma vez que pomos em causa aquilo que estamos a observar, fazendo-nos refletir sobre os resultados. (DB – participante).

Acham difícil?

Depois houve uma grande discussão sobre o ângulo – se o de 120 em espelho podia substituir ou não o de 60... Foi bastante interessante pois o Frederico disse várias vezes – pois não sei – deixa-me pensar. E todos, com o Frederico incluído, estavam a pensar ativamente nesta questão! (DB- Investigadora).

Nas investigações que presenciaram, as discussões foram importantes? Que tipo de atividades podem ser realizadas na sala de aula para que alunos/as e professor/a possam estar ativamente a pensar em algo?

Não observámos este último processo, no entanto depois de conhecermos e percebermos as dificuldades e os contratempos que podem surgir numa investigação, tomámos consciência de que é necessária muita paciência e tolerância para se conseguir ser investigador e enfrentar os problemas que podem surgir aquando de uma investigação, sejam de que carácter forem. (DB – participante).

As atividades correram sempre como esperavam? A que se devem os problemas que surgiram?

⁴¹ <http://www.youtube.com/watch?v=37oG1p4uR0A>
<http://www.teachinquiry.com/index/Introduction.html>

Acerca deste dia devo salientar uma frase proferida pelo Frederico: "quando fazemos uma experiência, mesmo não tendo resultados, é um resultado". Neste sentido, o professor quis com isto dizer que, mesmo quando os resultados não são positivos ou favoráveis à nossa experiência, já por si constituem uma resposta, sendo que todas as experiências nos levam "a alguma coisa". Isto é, os resultados negativos conduzem-nos igualmente a questões através das quais melhoramos a nossa experiência. Assim, embora as areias não tenham ficado coradas corretamente, levaram o grupo a discutir hipóteses através das quais pudessem melhorar as condições da sua experiência - neste caso, a concentração de azul metileno. (DB – participante).

Como acham que devemos reagir quando, numa sala de aula, uma experiência corre "mal"?

O aluno loiro a dada altura perguntou – professor, e como é que podemos simular uma força distensível? E começaram então numa amena discussão sobre isto. O Zé dizia que bastava andar com o motor para trás. Mas o aluno disse que não, que isso correspondia a um aliviar da tensão e não a uma tensão distensível. A dada altura todos estavam ativamente a pensar naquilo. (DB- investigadora).

Que tipo de processos/capacidades estão presentes neste episódio?

Foram comuns nos vossos locais de estágio?

Acham que esses processos são relevantes nas atividades científicas? E nas aulas?

Participantes

Investigadores/as

Com o objetivo de selecionar contextos reais de ciência, para a realização dos estágios, foram contactados diferentes investigadores/as, quer pessoalmente, quer via e-mail (Apêndice A), durante o mês de maio de 2012. O principal critério subjacente à seleção destes investigadores/as baseou-se na experiência, no âmbito da divulgação científica, junto de professores/as e alunos/as. Tendo em conta que, os/as futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB apresentam uma formação generalista, considerou-se igualmente relevante ter em conta a área de investigação, tendo sido selecionados investigadores/as cuja área de estudo não envolvesse conhecimentos e técnicas muito específicas.

Em virtude dos contatos estabelecidos, um investigador e duas investigadoras mostraram disponibilidade para colaborar no programa Ciência ao Vivo, nomeadamente, o Frederico, a Diana e a Carlota (pseudónimos). Posteriormente, foi realizada uma reunião presencial para, por um lado, dar a conhecer os objetivos da presente investigação e, por outro lado, alertar para a importância de envolverem os/as participantes nas diferentes etapas da investigação. Foi igualmente acordado que a imersão dos/as participantes teria início no mês de setembro de 2012.

Como resultado deste processo foram oferecidos três contextos reais de Ciência, em duas áreas distintas, Geologia e Biologia. Na área da Geologia o principal interesse de investigação da equipa prendia-se com o estudo da evolução tectónica da fronteira de placas África-Ibérica, mais precisamente a compreensão dos processos de deformação que originam, neste contexto, diferentes estruturas geológicas. As participantes deste estudo colaboraram em ensaios que visavam estudar a influência dos ângulos de interseção entre falhas na deformação dos estratos. Para tal, recorreu-se à modelação análoga, uma técnica em que materiais artificiais/laboratoriais são utilizados para simular a deformação mecânica das rochas na natureza, sendo uma abordagem muito utilizada pelo Frederico, o investigador responsável por este projeto.

A outra investigação foi desenvolvida na área da Biologia, mais concretamente, no desenvolvimento de novos medicamentos contra a malária através de uma abordagem *in vivo*, utilizando roedores como modelos biológicos. A análise da atividade anti-malária dos fármacos foi realizada através da avaliação da inibição do desenvolvimento do parasita, no mosquito. Neste local, a Diana foi a investigadora responsável pelo projeto anteriormente descrito.

Foi ainda oferecido um estágio no âmbito das pescas, no entanto, a participante que começou a colaborar neste projeto, por motivos profissionais, não teve oportunidade de finalizar o programa Ciência ao Vivo.

Futuros/as professores/as

A divulgação do programa Ciência ao Vivo foi direcionada para alunos/as do 1º ano do Mestrado em Ensino do 1º e do 2º ciclo do Ensino Básico, de uma Escola Superior de Educação. No dia oito de maio de 2012, num seminário do referido mestrado, a investigadora realizou uma breve apresentação do programa, tendo mencionado os seus objetivos, a sua estrutura e duração. Foi ainda referido que a frequência no mesmo, embora facultativa, permitiria a obtenção de um certificado. Tendo em conta que o número de alunos/as presentes no referido seminário foi diminuto, procedeu-se à divulgação do referido programa via e-mail (Apêndice B). Apesar de, no final do mês de maio de 2012, oito futuras professoras terem manifestado interesse, apenas cinco o consubstanciaram: a Helena, a João, a Leonor, a Carla e a Andreia (pseudónimos, ver Tabela 8).

Ainda no mês de junho, foi agendada uma reunião para esclarecer, de forma mais detalhada, a estrutura do programa e solicitar o preenchimento do termo de consentimento livre e informado (Apêndice C). Nesta fase, foram dados a conhecer os diferentes contextos reais de ciência e procedeu-se à identificação das preferências das participantes.

Fruto do processo anteriormente descrito, a Leonor e a Carla participaram na investigação associada ao desenvolvimento de novas drogas anti-maláricas, enquanto a Helena e a João foram envolvidas na modelação análoga. A Andreia, a participante que não finalizou o programa, selecionou o projeto sobre as pescas.

Tabela 8

Participantes e investigações nas quais foram envolvidas

Mestrado	Participante	Tema da investigação	Investigador(a)
Ensino do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico	Leonor		
	Carla	Biologia	Diana
	João	Geologia	Frederico
	Helena		

Fase 3 - Avaliação e reflexão da implementação

Estratégias de recolha de dados

Ao longo do presente estudo foram selecionadas diferentes estratégias de recolha de dados, nomeadamente, questionário, entrevista, incidentes críticos, observação (direta e indireta) e documentos produzidos pelas participantes (Figura 8). Estas estratégias foram utilizadas em diferentes momentos, e com diferentes propósitos, que serão alvo de análise nas próximas secções. Com o objetivo de tornar mais clara a apresentação dos dados, serão utilizados códigos para identificar as respostas das participantes aos diferentes instrumentos de recolha de dados utilizados.

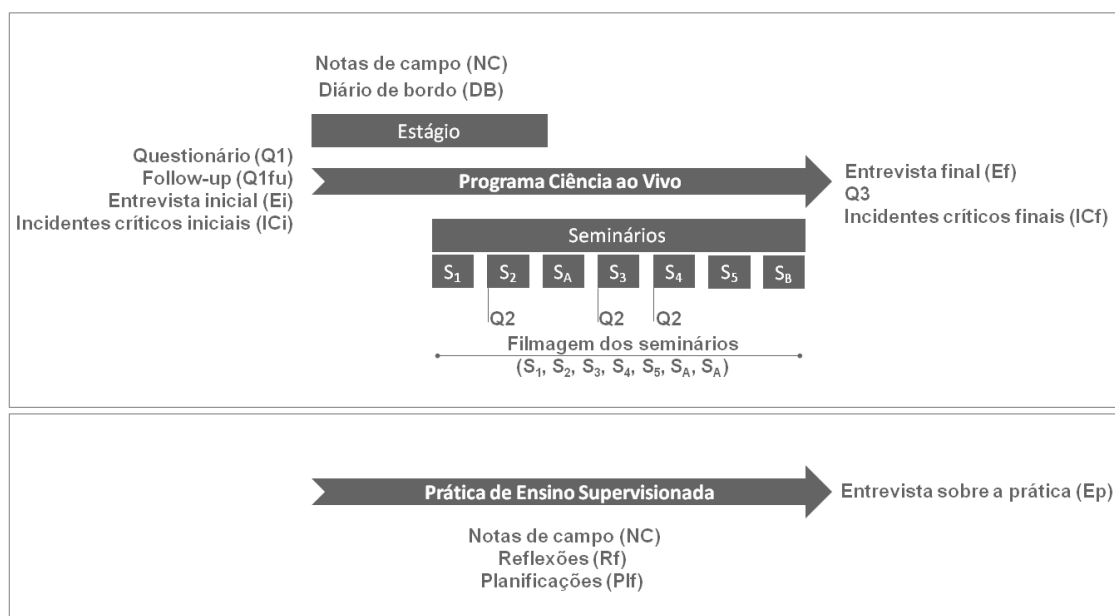


Figura 8. Instrumentos de recolha de dados e respetivos códigos.

Questionário

Desde os anos sessenta vários questionários têm sido construídos e validados para avaliar as concepções sobre a NC. O desenvolvimento destes instrumentos foi, inicialmente, pautado por uma abordagem quantitativa, recorrendo essencialmente a questões fechadas, possibilitando uma fácil classificação e medição dos entendimentos sobre a NC. No entanto, nos últimos anos, a crescente necessidade de obter descrições mais detalhadas e aprofundadas sobre a NC tem conduzido à elaboração de questões de resposta aberta, bem como à utilização de entrevistas (Lederman, 2007). O questionário *Views of Nature of Science* (VNOS) é um exemplo de um instrumento construído segundo esta lógica interpretativa que apresenta várias formas (A, B, C, D e E) que diferem entre si, em termos do tempo necessário para o seu preenchimento, da complexidade da linguagem utilizada e do contexto, geral ou específico, associado às questões. O VNOS-C (Abd-El-Khalick, 1998) é um questionário que contém dez perguntas de resposta aberta que visam analisar os entendimentos dos/as inqueridos/as relativamente a diferentes aspetos do conhecimento científico, nomeadamente: o carácter tentativo, subjetivo, criativo, empírico, as influências culturais e sociais, a distinção entre teorias e leis, bem como, a distinção entre observação e inferência. Adicionalmente, a partir das respostas podem igualmente emergir eventuais visões sobre a existência de um método único.

Para realizar o diagnóstico dos entendimentos sobre a NC das participantes envolvidas neste estudo, selecionaram-se e adaptaram-se nove questões presentes no questionário VNOS-C, mais uma questão adicional para compreender as visões sobre o trabalho dos cientistas (Anexo I).

Após a construção do questionário, o mesmo foi validado por um painel de especialistas que verificou a sua adequabilidade, face aos propósitos do estudo e o grau de clareza das questões formuladas. Seguiu-se a pilotagem do instrumento com 3 estudantes do Mestrado em Ensino do 1º e do 2º ciclo do Ensino Básico de uma Escola Superior de Educação. Desta forma, tivemos a garantia de que a amostra utilizada na pilotagem fazia parte da mesma população das participantes envolvidas no estudo (Gall, Gall, & Borg, 2007). Esta etapa permitiu estimar o tempo necessário para responder ao questionário e diagnosticar eventuais dificuldades na compreensão dos enunciados. Para atingir este último objetivo, o próprio enunciado continha um espaço destinado às críticas e recomendações que as inquiridas pudessem entender como pertinentes. Para além disto, a investigadora aferiu, junto das inquiridas, se as perguntas foram interpretadas no sentido pretendido. No caso em que se constatou que as perguntas foram erroneamente interpretadas, as mesmas foram reformuladas até se tornarem claras para todos os membros envolvidos na pilotagem do instrumento (Gall et al., 2007).

Imediatamente antes, e durante a administração do questionário, foram tidas em conta as sugestões apontadas por Lederman et al. (2002): 1) não foram definidos limites temporais para o preenchimento do questionário; 2) as participantes foram encorajadas a escrever tanto quanto possível, a não ignorar nenhum aspeto das questões apresentadas e a fornecer exemplos que ilustrassem o seu ponto de vista; 3) foi mencionada a pertinência de responderem que forma sincera, tendo sido mencionado, várias vezes, a não existência de respostas certas ou erradas.

No âmbito da nossa investigação, e tal como é possível constatar através da análise da Figura 8, o questionário anteriormente descrito foi utilizado em três momentos distintos: a) antes do início do programa (Q1); b) imediatamente antes do seminário, algumas das respostas dadas no Q1 foram devolvidas às participantes (as respostas relacionadas com os aspetos da NC que seriam alvo de análise no referido seminário) e foi solicitado que respondessem novamente, caso a resposta inicial já não refletisse a visão que possuíam (Q2); 3) após a conclusão do programa o questionário Q1 foi, novamente devolvido tendo-se questionado as participantes sobre se gostariam de alterar, ou não, a resposta dada e por quê (Q3).

Entrevistas

A entrevista apresenta uma grande variedade de formas e uma grande multiplicidade de usos (Fontana & Frey, 1994). Tendo em conta a abordagem qualitativa em que este estudo se enquadra, as entrevistas contemplaram essencialmente perguntas de resposta aberta, o que permitiu recolher as opiniões das participantes, na sua própria linguagem, de forma espontânea e livre (Oppenheim, 1992).

Durante a condução das entrevistas, a investigadora procurou colocar as participantes à vontade frisando que toda a informação recolhida seria tratada confidencialmente. Apesar de ter utilizado vários sinais verbais e não-verbais de reforço e estímulo, a entrevistadora procurou manter alguma neutralidade, evitando formular questões que influenciassem as participantes e que apresentassem uma natureza avaliativa. Através de uma escuta ativa, procurou ainda refletir de forma sistemática sobre o que as participantes relatavam e, sempre que necessário, solicitou detalhes concretos de forma a clarificar as ideias veiculadas. Além disso, a abordagem de novos tópicos foi proposta, tanto quanto possível, a partir das ideias veiculadas pelas participantes de forma espontânea (Bogdan & Biklen, 1994; Seidman, 2006).

No presente estudo, as entrevistas foram realizadas em momentos distintos e com propósitos diversos e, como tal, apresentaram características diferentes.

Entrevista de follow-up. Tal como é sugerido por Lederman (2002), foram realizadas entrevistas de follow-up (Q1fu) após a aplicação do questionário Q1. O principal objetivo desta etapa foi estabelecer a validade da interpretação das respostas dadas no Q1, assim como, solicitar às participantes a clarificação e o desenvolvimento de algumas ideias. Para esta entrevista foi criado um guião (Apêndice D) que contemplou um conjunto de tópicos a serem explorados, com cada uma das participantes. Este momento é particularmente relevante pois, de acordo com Lederman (2007), interpretar as conceções dos/as participantes unicamente através das respostas escritas é manifestamente insuficiente. A utilização conjunta de questionários e entrevistas visou exatamente minimizar este problema. Aliás, esta estratégia é útil pois, enquanto os questionários fornecem uma imagem alargada, mas superficial de um determinado contexto, as entrevistas permitem aprofundá-la.

Entrevista inicial. Antes do início do programa Ciência ao Vivo, foram ainda realizadas entrevistas para caracterizar o pensamento das participantes, em especial, sobre o

ensino e a aprendizagem das ciências (Ei). Neste inquérito pretendeu-se uma valorização de todos os aspetos abordados de forma espontânea e uma adequação sistemática do guião ao caso concreto e, como tal, tratou-se de uma entrevista semiestruturada (Patton, 2002), sendo o guião constituído por 4 blocos principais (Apêndice E). O primeiro bloco correspondia à formação das participantes e apresentava dois objetivos distintos, respetivamente, conhecer o percurso académico das futuras professoras e perceber de que forma avaliavam a sua formação superior. O segundo bloco, debruçava-se sobre as conceções das participantes acerca do papel do/a professor/a e pretendia conhecer as razões que as motivaram a escolher a profissão docente, os sentimentos que possuíam relativamente à sua futura profissão, bem como, a sua autoimagem enquanto futuras professoras. As conceções das participantes acerca do ensino e aprendizagem das ciências foram alvo de análise no terceiro bloco. Neste âmbito, pretendia-se caracterizar a prática pedagógica valorizada pelas participantes nas aulas de Estudo do Meio/Ciências da Natureza, assim como, auscultar o valor que conferiam ao ensino das ciências. Por fim, no último bloco, subordinado ao tema, motivações e interesses, foram realizadas perguntas com o intuito de conhecer as razões que justificaram a participação no programa Ciência ao Vivo e as expectativas criadas.

Conversas informais. Ao longo da participação no programa realizaram-se ainda outras entrevistas - conversas informais - decorrentes das observações realizadas pela investigadora nos contextos reais de ciência. Tal como Gall et al. (2007) referem, pretendia-se que estas surgissem de uma interação natural e espontânea e, como tal, as participantes podem nem se ter consciencializado de que estavam a ser entrevistadas. As informações obtidas, a partir destas entrevistas, foram incorporadas nas notas de campo que a investigadora realizou ao longo da investigação (NC). Esta estratégia foi igualmente utilizada durante a prática de ensino supervisionada, com o intuito de compreender as razões que levaram as participantes a planear e a implementar as atividades observadas, bem como, refletir sobre a sua implementação.

Entrevista final. No final do programa e, após uma primeira análise e interpretação dos dados obtidos ao longo do estudo, foi realizada uma nova entrevista (Ef). Tratou-se de uma entrevista semiestruturada para a qual foi criado um guião (Apêndice F). Em primeiro lugar, solicitou-se uma descrição, em termos genéricos, do programa (as emoções e sentimentos gerados, a concretização das expectativas, o elemento mais relevante do programa). A segunda parte pretendia recolher informação sobre as vivências nos contextos reais de ciência e, dessa forma, compreender o significado que

as participantes atribuíram a essa experiência (o ambiente, o/a cientista, as atividades desenvolvidas e o papel desempenhado pela participante). O propósito da terceira parte da entrevista foi obter informações sobre eventuais aprendizagens percebidas pelas participantes e a origem das mesmas. A quarta parte pretendia explorar as suas opiniões sobre a utilidade do programa para as práticas de ensino das futuras professoras e para o seu desenvolvimento profissional. Por fim, houve ainda um bloco destinado a recolher sugestões por parte das participantes. Ainda durante a entrevista e, com o intuito de diagnosticar eventuais alterações nas concepções sobre a NC, bem como a origem das mesmas, foi novamente devolvido o questionário Q1. Após a leitura das respostas inicialmente dadas, as participantes foram questionadas sobre se pretendiam alterá-las e por quê. Apesar de este ponto ter sido contemplado durante a entrevista Ef, optou-se por codificar as respostas das participantes como Q3 para evidenciar o facto de o mesmo instrumento, o questionário VNOS, ter sido utilizado em três momentos distintos.

Entrevista sobre a prática. Após a conclusão da prática de ensino supervisionada foi realizada uma entrevista semiestruturada, com o intuito de explorar as visões das participantes sobre as intervenções realizadas no âmbito do Estudo do Meio. O guião da entrevista foi estruturado em dois blocos (Apêndice G): no primeiro, procurou-se obter uma avaliação geral sobre a implementação das atividades de ciência na sala de aula (o que consideravam ter corrido bem e mal; dificuldades sentidas e alterações que gostariam de realizar); e no segundo bloco (específico para cada uma das participantes), procurou-se explorar mais detalhadamente algumas opções realizadas pelas participantes, em particular, no que se refere a um ensino sobre a ciência e por investigação, utilizando para tal os dados recolhidos ao longo das observações.

Incidentes críticos

Segundo Nott e Wellington (1996, 1998), as concepções dos/as professores/as sobre a ciência podem ser diagnosticadas de uma forma mais profunda através da utilização de “incidentes críticos”, isto é, através de uma situação ou episódio que obrigue o/a professor/a a decidir sobre o decurso de uma ação e que envolva algum tipo de explicação acerca do empreendimento científico. As situações podem ser diversas, como por exemplo, um trabalho prático com um desfecho inesperado ou um evento que faça emergir aspetos morais e éticos sobre o conhecimento científico e/ou a conduta dos/as cientistas.

Uma parte da componente crítica destes incidentes assenta no facto de evocarem respostas que providenciam um *insight* sobre as visões do/a professor/a acerca da ciência, bem como, do ensino e da aprendizagem das ciências. Ou seja, permitem simultaneamente caracterizar o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico de conteúdo dos/as professores/as (Nott & Wellington, 1996). Segundo estes autores, é exatamente na interseção desses domínios que as concepções dos/as professores/as sobre a ciência realmente se encontram e, por isso, consideram que os incidentes críticos permitem explorar as concepções de forma correta e no lugar certo.

Com base nesta premissa, os referidos autores construíram treze cenários distintos, essencialmente dirigidos para professores/as do terceiro ciclo e secundário. Tendo em conta que as participantes deste estudo são futuras professoras do 1º e 2º CEB, foi necessário proceder à construção de incidentes críticos adaptados a esses níveis de ensino e ao contexto curricular português. Na construção desses incidentes foram ainda tidos em conta os seguintes aspetos: i) a inclusão de diferentes aspetos da NC; ii) a seleção de temáticas que não necessitassem de uma elevada mobilização de conhecimento substantivo; iii) a introdução de cenários que as futuras professoras considerassem plausíveis no contexto de sala de aula; iv) a introdução de diferentes abordagens didáticas, como por exemplo, o trabalho prático, discussões em grande grupo, apresentações por parte do/a professor/a. Após a construção de doze incidentes, os mesmos foram validados por dois especialistas. À semelhança do Q1 procedeu-se à pilotagem do instrumento com três estudantes do Mestrado em Ensino do 1º e do 2º ciclo do Ensino Básico de uma Escola Superior de Educação.

Antes do envolvimento nos contextos reais de ciência foi solicitado, a cada participante, que lesse os diferentes incidentes críticos e que explicitasse o que faria ou diria, enquanto professora, perante a situação descrita (ICi) (Apêndice H). Ao longo da descrição, a investigadora foi colocando questões no sentido de explorar a proposta descrita pela participante. Como tal, este instrumento tornou-se, por um lado, um complemento ao Q1 e, por outro lado, à Ei. Após o programa Ciência ao Vivo, foram apresentadas novos incidentes críticos (ICf) (Apêndice I) e, mais uma vez, foi solicitado que indicassem o que fariam ou diriam, perante as situações descritas.

Observação

Para além dos questionários e das entrevistas, a observação dos comportamentos dos/as participantes, bem como, do ambiente físico e social em que se encontram é

extremamente importante (Gall et al., 2007). Esta estratégia permite aos investigadores, e às investigadoras, formularem a sua própria visão do fenómeno em estudo, contribuindo para uma descrição mais completa do mesmo (Cohen, Manion, & Morrison, 2007). Por outras palavras, a observação, ao constituir uma fonte adicional de dados, permite enriquecer e complementar as informações obtidas através de outros instrumentos (Simpson & Tuson, 2003), o que reforça a validade dos resultados da investigação (Gall et al., 2007). Neste estudo, a investigadora realizou observações nos contextos reais de ciência, nos seminários e nas práticas de ensino supervisionadas.

Nos contextos reais de ciência. Durante a observação nos contextos reais de ciência foi adotada uma abordagem naturalista, pelo que, a observação foi não seletiva, preocupada com a apreensão de comportamentos inseridos na situação em que se produzem. Não esteve, portanto, condicionada, na medida em que não foram definidas *a priori* as variáveis a observar. As categorias apenas surgiram após a observação, ou seja, a seletividade emergiu da própria situação (Cohen et al., 2007). Esta opção permitiu à observadora contemplar a complexidade fenomenológica, pois testemunhou as suas relações e causas à medida que elas iam ocorrendo (Adler & Adler, 1994). As informações obtidas a partir da observação foram de cariz descritivo e recolhidas sobre a forma de notas de campo (Estrela, 1990). Estas notas apresentaram por um lado, uma dimensão descritiva (o registo, mais objetivo possível, do que se passou) e, por outro lado, uma dimensão reflexiva (comentários, sentimentos e reações da observadora) (Bogdan & Biklen, 1994). Nalgumas situações pareceu-nos inadequado e/ou complicado tirar notas diretamente no contexto real de ciência. Nestas situações, o registo foi feito após a observação e tão cedo quanto possível, a fim de promover um registo fidedigno.

Segundo Gall et al. (2007) e Patton (2002) o papel assumido pelo/a observador/a pode variar entre uma postura totalmente participante (quando há uma imersão no grupo em análise) e totalmente não participante (quando apenas observa os fenómenos). Neste contexto, a investigadora atuou como observadora-participante, uma vez que o seu papel consistiu sobretudo na obtenção de dados e numa interação casual com os indivíduos. Relativamente à frequência, importa mencionar que foram realizadas sete e cinco entradas nas notas de campo da investigadora, referentes, respetivamente, à investigação geológica e à investigação biológica. A duração das observações variou entre três e seis horas.

Seminários. Tal como referido anteriormente, o programa Ciência ao Vivo contemplou a realização de sete seminários. Estes momentos apresentaram simultaneamente uma

natureza formativa e investigativa. Tal como Barbour (2009) refere, as discussões que se pretenderam promover nos seminários constituem uma excelente oportunidade para compreender os processos e não necessariamente os resultados da discussão. Torna-se assim uma estratégia privilegiada para explorar os processos de (re)construção de significados realizados pelas participantes. Durante as discussões, o papel da investigadora, na qualidade de moderadora, visou, essencialmente, procurar esclarecimentos, preservar o foco da discussão, procurando pistas, seguindo pistas e promovendo a reflexão comparativa e não a procura de consensos. Devido ao duplo papel desempenhado, a investigadora foi uma observadora totalmente participante (Cohen et al., 2007; Gall et al., 2007) tendo-se recorrido à filmagem destas sessões.

Práticas de ensino supervisionadas. A observação das aulas, no contexto do 1º CEB, ocorreu durante o período de maio a junho de 2013, período correspondente à prática de ensino supervisionada II, uma unidade do último ano do mestrado que as participantes frequentavam. Para se ter acesso aos dias e às horas das atividades no âmbito da componente físico-natural do EM foi solicitado o envio atempado da planificação semanal de cada participante. Posteriormente, a investigadora acordou com as participantes os dias em que a observação teria lugar. Durante esses momentos, a investigadora adotou o papel de observadora-participante, uma vez que, agiu “primariamente como observadora, entrando no cenário apenas para recolher dados e interagindo casualmente e não diretamente com os indivíduos durante a observação” (Gall, Gall, & Borg, 2007, p.277). Tendo em conta que as interações sociais que se estabelecem numa sala de aula foram perspetivadas como “um conjunto complexo de relações, em que os significados pessoais, as perspetivas individuais e as interações dinâmicas são aspetos fundamentais” (Simpson & Tuson, 2003, p. 12), optou-se por uma abordagem naturalista, ou seja, uma observação não estruturada, não focada e geral, de forma a permitir uma grande diversidade de informação. As observações foram registadas nas notas de campo, que tentaram ser tão descritivas, detalhadas e concretas quanto possível (Gall et al., 2007). Desta forma pretendeu-se compreender como é que as participantes sentiam e interpretavam os acontecimentos, como é que se comportavam no contexto de sala de aula e como é que interagiam com os outros.

Uma das participantes, a João, realizou apenas duas atividades no âmbito da componente físico-natural do EM e, apenas uma delas foi observada. Como tal, optou-se por não incluir esta observação no presente estudo.

Dois tipos de materiais produzidos pelas próprias participantes foram utilizados neste estudo: textos solicitados pela investigadora (diários de bordo das experiências nos estágios) e material resultante da prática de ensino supervisionada.

O diário é um instrumento através do qual um indivíduo em estudo mantém uma descrição regular e contínua, e um comentário reflexivo sobre os acontecimentos vividos. Trata-se de uma narrativa feita na primeira pessoa que descreve ações, experiências, pensamentos e desejos, sendo auto-reveladora da visão que a pessoa tem dessas mesmas experiências (Bogdan & Biklen, 1994).

Os diários foram aqui entendidos como estratégia de investigação e de formação pois procuraram ser, simultaneamente, um meio de recolha de dados e de promoção da competência reflexiva das participantes (Zabalza, 1994). Enquanto instrumento de recolha de dados, a elaboração destes diários permitiu à investigadora conhecer o contexto real de ciência através do olhar das participantes e identificar situações críticas, bem como, sentimentos despoletados durante a imersão na comunidade científica. Foi, assim, perspectivado como um documento relevante para chegar ao pensamento das participantes. Além disso, a partilha de alguns excertos dos diários durante os seminários foi encarada como uma estratégia promotora da construção social do conhecimento sobre a ciência. A opção pelo formato *on-line* foi tomada para permitir um acesso mais célere à informação por parte da investigadora.

No âmbito da prática de ensino supervisionada foram analisadas as planificações, os recursos elaborados para os/as alunos/as, o relatório de estágio, e as reflexões produzidas sobre as aulas observadas.

Análise e interpretação dos dados

A recolha e a análise de dados, bem como a sua interpretação, constituem atividades simultâneas e interativas no âmbito da investigação qualitativa (Creswell, 2007; Merriam, 1998), aspeto bem evidente ao longo deste trabalho, na medida em que a própria construção de roteiros, para fomentar a discussão nos seminários, resultou da seleção de situações, afirmações e pensamentos recolhidos durante as experiências investigativas. No entanto, foi à medida que a investigação se foi desenvolvendo e, em particular, após o término da recolha de dados que este processo se tornou mais

intenso, tendo contemplado três momentos distintos, respetivamente, a preparação dos dados, a sua exploração e codificação e, por fim, a sua descrição e interpretação.

Durante a preparação dos dados, procedeu-se à transcrição integral das entrevistas e da gravação dos seminários, incluindo quer os dados verbais, quer as pausas e a linguagem não-verbal. Esta opção decorreu da necessidade que perspectivávamos de regressarmos aos dados para reanalisá-los segundo novas perspetivas e ideias. O processo de transcrição foi extremamente interativo, pois permitiu à investigadora familiarizar-se com os dados recolhidos e avaliar o seu papel (Hesse-Biber & Leavy, 2006), através da identificação de situações onde teria sido profícuo solicitar esclarecimentos adicionais ou convidar as participantes a concluírem raciocínios que foram interrompidas no desenrolar dos seminários (Barbour, 2009). Posteriormente, todo o *corpus* textual foi organizado na aplicação informática de tratamento de dados Nvivo 9, segundo uma lógica cronológica e do tipo de fonte.

Inicialmente, e tal como Creswell (2007) advoga, realizou-se uma revisão geral de toda a informação, o que contribuiu para a imersão e exploração dos dados. Posteriormente, deu-se início à fase de codificação, um processo que englobou um conjunto de abordagens e métodos com vista à organização, recuperação e interpretação dos dados.

Uma parte significativa do esforço, quer em termos de recolha de dados, quer da sua análise, centrou-se em três eixos, intimamente relacionados com as questões de investigação deste estudo. A caracterização das vivências investigativas decorrentes do programa constituiu o primeiro foco da nossa análise. O segundo eixo de análise está relacionado com os potenciais efeitos dessa vivência ao nível das conceções das participantes. Por fim, o último eixo de análise explora os eventuais efeitos dessa experiência ao nível das práticas letivas (Tabela 9).

Tabela 9

Eixos de análise da investigação e respetivos instrumentos utilizados

Eixos de análise	Instrumentos utilizados
Caraterização das vivências decorrentes do programa	Entrevista inicial (Ei) Notas de campo (NC) Diário de bordo (DB) Seminários (S) Entrevista final (Ef)

Concepções sobre a NC e o ensino e a aprendizagem das ciências	Questionários (Q1,Q2 e Q3)
	Entrevista de follow-up (Qfu)
	Entrevista inicial (Ei)
	Incidentes críticos iniciais (ICi)
	Seminários (S)
	Entrevista final (Ef)
	Incidentes críticos finais (ICf)
	Notas de campo (NC)
	Planificações (Plf)
	Reflexões (Rfl)
Práticas de ensino	Entrevista sobre a prática (Ep)

Neste ponto importa ainda referir que, nalgumas situações, o mesmo instrumento foi utilizado para informar diferentes eixos de análise, assim como, para um eixo de análise foram explorados diferentes instrumentos. O percurso desenvolvido dentro de cada eixo de análise, apesar de apresentar semelhanças, não foi idêntico e, como tal, na próxima secção proceder-se-á à explanação detalhada das abordagens utilizadas em cada eixo temático.

A codificação no âmbito das concepções sobre a NC teve um carácter essencialmente dedutivo, uma vez que, as categorias e respetivas subcategorias já se encontravam definidas *a priori*. Tratou-se, por isso, de uma abordagem mais próxima da análise de conteúdo tradicional (Coffey & Atkinson, 1996), com vista à redução dos dados, tendo sido útil para identificar as concepções das participantes, obter os dados que ilustravam essas concepções e para analisar eventuais semelhanças ou diferenças. Contudo, ainda que orientada por categorias apriorísticas, contemplou-se a possibilidade de emergência de novas categorias e subcategorias com o objetivo de aumentar a compreensão dos fenómenos em estudo.

Nos restantes eixos de análise a codificação não foi perspectivada apenas como forma de reduzir os dados a denominadores comuns, mas sim para expandir, transformar, e re-conceptualizar ideias, formular novas questões e níveis de análise. Os processos analíticos adotados permitiram, por isso, estabelecer ligações entre fragmentos de dados e um conceito ou ideia que íamos construindo sobre os mesmos, através de um processo reflexivo (Coffey & Atkinson, 1996). Nestes eixos a codificação apresentou vários ciclos, tendo sido necessário proceder a várias reformulações e níveis de análise, à medida que novos dados iam sendo analisados. Duas estratégias, o questionamento

e as comparações constantes, revelaram-se particularmente importantes durante esta fase (Corbin & Strauss, 2008).

Todo este processo de análise e interpretação dos dados foi conduzido pela investigadora principal. No entanto, um segundo investigador realizou a revisão desse trabalho o que introduziu uma componente colaborativa a este processo.

Por fim, a descrição e a interpretação dos dados foi dividida em duas fases distintas, uma de cariz individual e outra de cariz coletivo. A componente individual diz respeito à descrição detalhada da trajetórias das quatro participantes antes, durante e após o programa onde, explicitamente, se pretendeu dar preponderância aos dados e minimizar o nível de interpretação (linhas horizontais da Figura 9). A segunda, de cariz coletivo, consistiu na análise global do processo vivido e das aprendizagens realizadas ao longo do programa, com o intuito de tecer considerações genéricas acerca da essência do Programa (linhas verticais da Figura 9).

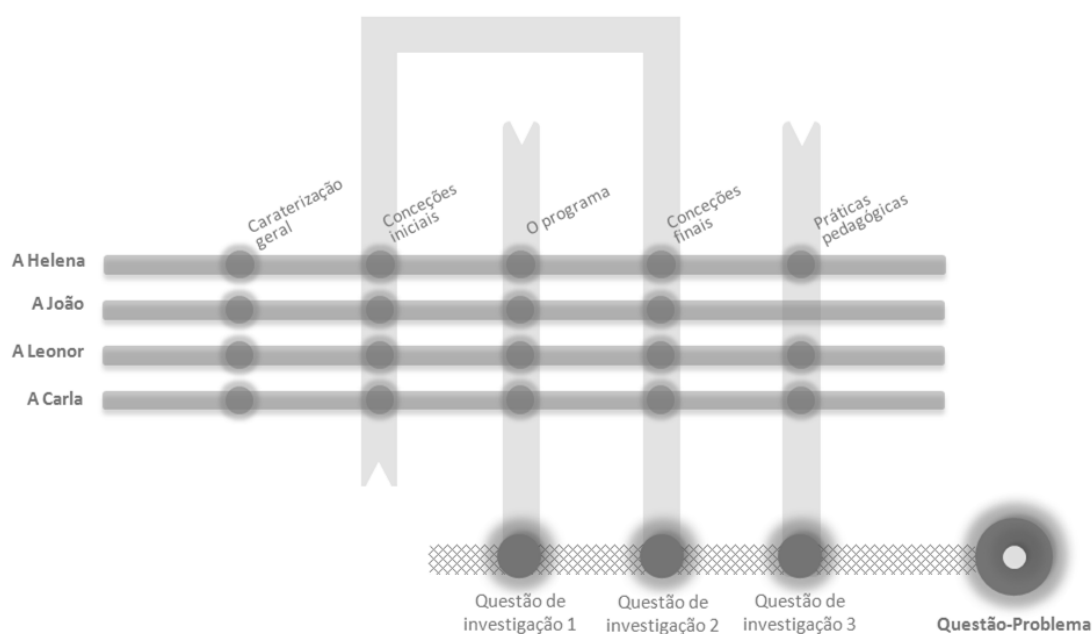


Figura 9. Esquema representativo da análise dos dados

Eixos e categorias de análise

A profissão docente

Tendo em conta que no 1º e 2º CEB as funções dos professores e das professoras não se restringe ao ensino das Ciências, considerou-se importante conhecer as perspetivas das participantes relativamente à sua futura profissão docente. Importa referir que, ao contrário da lógica inerente aos restantes dados, a profissão docente apenas foi alvo de escrutínio na fase prévia ao envolvimento no programa Ciência ao Vivo.

Para esta caracterização foram utilizadas as transcrições da E1 e, em particular, do bloco subordinado ao referido tema. Após a análise das transcrições foram construídas cinco categorias distintas: i) motivações para a escolha da profissão docente; ii) funções e características associadas à profissão; iii) características de um/a professor/a competente, iv) autoimagem enquanto professora; v) perspetivas profissionais futuras. Neste âmbito a codificação dos dados foi realizada de forma muito próxima aos temas da própria entrevista, ou seja, refletiu de forma direta as questões colocadas.

Caraterização das vivências decorrentes do programa

Com o objetivo de compreender as vivências decorrentes do programa Ciência ao Vivo foram utilizados diferentes instrumentos, nomeadamente, as notas de campo da investigadora, os diários de bordo construídos pelas participantes, os diálogos estabelecidos nos seminários e a entrevista inicial e final. Dentro deste eixo, considerou-se relevante orientar a análise para diferentes aspetos, em particular, as motivações e expectativas face ao envolvimento no programa, as experiências nos contextos reais de ciências, o envolvimento reflexivo e a avaliação global do programa.

Envolvimento no programa. Em primeiro lugar, procedeu-se à caracterização das motivações e expectativas que estiveram na base do envolvimento das participantes no programa. Considerámos esta caracterização relevante, uma vez que permite traçar o perfil de eventuais destinatários/as de iniciativas similares ao programa Ciência ao Vivo. Apresenta igualmente vantagens, na medida em que, possibilita analisar eventuais relações entre as motivações e as trajetórias das participantes, bem como, analisar o grau de concretização das suas expectativas.

A partir das transcrições das entrevistas, três temas foram identificados como as principais razões para o envolvimento no programa Ciência ao Vivo (Tabela 10). As unidades de registo incluídas na categoria *formativa* expressam afirmações de cariz mais genérico sobre a importância de estar sempre a aprender e a relevância da formação em ciências. A categoria motivações *afetivas*, compreende todas as afirmações que descrevem envolvimento afetivo, relativamente à ciência e à investigadora, como a razão para o envolvimento no programa. As respostas que descrevem a oportunidade de vivenciar com um/a cientista como algo inovador, e de partilhar experiências com as restantes participantes, foram categorizadas como razões associadas às *caraterísticas do programa*.

As expectativas foram essencialmente categorizadas com base nas aprendizagens que as participantes perspetivavam desenvolver. Através da análise das transcrições da Ei emergiram três subcategorias ao nível dos conhecimentos (substantivo, processual e sobre a NC), uma associada às atitudes face à ciência e outra referente à transferência da experiência para as futuras práticas pedagógicas. Foi igualmente criada uma subcategoria que inclui as afirmações que denotam dificuldade, por parte das participantes, em descrever de forma específicas as expectativas (Tabela 10).

Tabela 10

Categorias e subcategorias referentes ao envolvimento das participantes no programa

Categorias	Subcategorias
Motivações	Formativas
	Afetivas
	Associadas às caraterísticas do programa
Aprendizagens	Desenvolver conhecimento substantivo
	Desenvolver conhecimento processual
	Desenvolver conhecimentos sobre a NC
	Desenvolver atitudes positivas face à Ciência
	Transferir a experiência para as práticas pedagógicas
	Dificuldades em especificar as expectativas

As experiências nos contextos reais de ciência. Para caraterizar as experiências investigativas foram analisados os diários de bordo, as notas de campo, as transcrições das entrevistas finais e dos seminários.

Inicialmente, foram codificadas as diferentes ações da equipa de investigação, o tipo de atividades que as participantes realizaram, assim como, a natureza dos sentimentos e das dificuldades reportadas pelas participantes. Por exemplo, relativamente às diferentes ações levadas a cabo pela equipa de investigação, foram criados os seguintes códigos: exemplificam processos científicos; explicam processos científicos; explicitam regras de funcionamento do laboratório, partilham material de apoio, explicam conceitos e fenómenos, entre outros.

Após vários ciclos de análise foram criadas quatro categorias (Tabela 11). A categoria afetivo-relacional engloba todas as subcategorias que permitem descrever o contexto social da aprendizagem, bem como, a forma como o mesmo foi percebido pelas participantes. Além disso, esta dimensão também inclui referências aos fatores que influenciaram direta ou indiretamente esse ambiente. A categoria epistémica abrange subcategorias que nos permitem analisar o grau com que as participantes foram conceitualmente envolvidas na investigação, tais como: apoio conceptual prestado pela equipa; atividades epistémicas realizadas pela equipa; dificuldades conceptuais sentidas. A categoria metodológica está relacionada com o nível de autonomia em tarefas técnicas (como por exemplo, a preparação/montagem de dispositivos e a recolha de dados) e com o apoio dado pelo grupo na realização das mesmas. Quanto à categoria avaliativa, foram incluídas referências sobre o nível de satisfação das participantes, assim como as suas perspetivas quanto ao papel que desempenharam nas investigações.

Usando estas categorias foram comparadas as aprendizagens com o objetivo de identificar as principais diferenças e semelhanças entre os dois contextos reais de ciência e, como tal, identificar eventuais aspetos de cada experiência responsáveis pela evolução das diferentes participantes.

Tabela 11

Categorias e subcategorias referentes às experiências nos contextos reais de ciência

Categorias	Subcategorias
Ambiente afetivo-relacional do CRC	Caraterização do ambiente
	Caraterização dos elementos da equipa
	Integração das participantes na investigação
	Integração das participantes noutras atividades
	Outras relações estabelecidas
Envolvimento epistémico no CRC	Apoio conceptual prestado pela equipa

Envolvimento metodológico no CRC	Atividades epistémicas realizadas pela equipa
	Dificuldades conceptuais sentidas
Avaliação do CRC	Apoio metodológico prestado pela equipa
	Atividades metodológicas realizadas pelas participantes
	Dificuldades processuais sentidas
	Caraterização do conforto
	Nível de participação reportado pelas participantes
	Nível de satisfação reportado

Envolvimento reflexivo. O envolvimento reflexivo foi analisado tendo por base os diários construídos pelas participantes, ao longo das experiências investigativas, e os diálogos estabelecidos durante os seminários.

A análise dos diários de bordo foi orientada segundo dois aspetos distintos: o foco da reflexão e o nível da reflexão. No âmbito do foco, identificaram-se os conteúdos expressos nos diários (referências às práticas científicas realizadas no contexto real de ciência, aos membros da equipa de investigação, ao ambiente vivido, entre outros). Quanto ao nível da reflexão, o texto produzido foi categorizado como descritivo, quando apenas ilustrava factos ou acontecimentos; e reflexivo, quando existiam evidências de que as participantes ponderavam acontecimentos ou sentimentos de forma mais elaborada, usando julgamentos e explicações alternativas.

Relativamente aos seminários o cenário foi mais complexo. Em virtude do carácter reflexivo e colaborativo que se pretendeu imprimir nos seminários, estes momentos não permitiram um registo linear e fiel das visões das futuras professoras. Tal como Barbour (2009) refere, as intervenções nas discussões de grupo focal são “altamente dependentes do contexto e são contingentes às respostas dos membros do grupo, às contribuições dos outros e à dinâmica daquele grupo em particular” (p. 56), sendo particularmente úteis para “estudar o processo de formação de atitude e os mecanismos envolvidos e na interrogação e modificação da visão” (p. 56).

Estas singularidades conduziram à adoção de estratégias analíticas distintas, em particular, à análise da interação do grupo, para além da análise individual. Em resultado desta opção, a análise passou a ter um cunho mais descritivo, tendo sido utilizados excertos da discussão para evidenciar a interação, principalmente, quando as visões resultaram de uma reflexão desenvolvida de forma colaborativa. Neste processo procurou-se evidenciar a “origem” da informação que era utilizada pelas participantes nas diferentes intervenções (se correspondiam a vivências dos estágios, pessoais,

académicas, a crenças, ou outras) e a natureza da intervenção das participantes (levantamento de hipóteses, explicações, justificações, avaliação de argumentos, entre outras). Desta forma procurou-se compreender a posição de cada participante, a posição do grupo e de que forma uma influenciou a outra. Devido a estas opções metodológicas, e pelo facto de existirem situações de estágio idênticas, houve necessidade de repetir alguns excertos dos seminários, na apresentação dos resultados.

Considerou-se igualmente relevante compreender as perspetivas das participantes sobre a componente explícita e reflexiva utilizada no programa. Essas perspetivas emergiram, principalmente, da entrevista final e dos seminários, tendo sido criadas quatro subcategorias (Tabela 12).

Tabela 12

Subcategorias referentes às perspetivas face à componente explícita e reflexiva do programa

Subcategorias
A interatividade do processo vivido
A reflexividade do processo vivido
A reflexão como uma ferramenta necessária para dar sentido às experiências vividas
A possibilidade de conhecer contextos diversos como promotor da reflexão

Avaliação global do programa. Por fim, identificaram-se as aprendizagens que, na opinião das participantes, foram desenvolvidas em virtude do programa. A categorização alcançada foi, globalmente, muito idêntica à categorização construída para as expectativas. A única exceção diz respeito ao surgimento da subcategoria - desenvolvimento da reflexão e do espírito crítico.

Concepções sobre a natureza da ciência

No âmbito das concepções sobre a NC procurou-se compreender o pensamento das participantes relativamente a três domínios distintos: i) concepções sobre a natureza do conhecimento científico; ii) concepções sobre as metodologias científicas; iii) concepções sobre os/as cientistas e o seu trabalho. Tanto para as concepções sobre a natureza do

conhecimento científico, como sobre as metodologias científicas foi utilizada uma estratégia de análise similar e, como tal, será descrita em conjunto (Tabela 13).

Tabela 13

Subcategorias referentes às concepções sobre a natureza do conhecimento e metodologias científicas

Categorias	Subcategorias
Natureza do conhecimento científico	Criatividade e imaginação
	Influência social e cultural
	Referenciais teóricos e subjetividade
	Caráter tentativo
	Teorias e Leis
	Caráter empírico
Metodologias científicas	Validade das disciplinas baseadas na observação
	Método científico
	Objetivo e estrutura geral das experiências

Para a categorização destas concepções têm sido utilizados diferentes esquemas de codificação que diferem, quer ao nível do número de perfis adotados, quer ao nível do significado atribuído a cada perfil. Alguns estudos (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004) optam por um sistema dicotómico, concepções ingénuas *versus* concepções informadas, no entanto, esta estratégia apresenta algumas desvantagens: i) as respostas dos participantes podem corresponder a posições intermédias introduzindo problemas ao nível da classificação (McDonald, 2008); ii) eventuais mudanças nas concepções dos participantes, para além de ingénua para informada (ou vice-versa), não são visíveis, o que impede uma análise mais detalhada da evolução destas concepções (Schwartz et al., 2010). Outros estudos optam por avaliar as concepções dos/as participantes através de uma escala com 3 perfis. Apesar dos termos utilizados nem sempre serem coincidentes, a ideia subjacente à maioria destes estudos, consiste em diferenciar as concepções em três perfis distintos: ingénua, parcialmente informado e informado. A investigação desenvolvida por Schwartz, Lederman e Crawford (2004), que visou analisar as concepções de futuros/as professores/as de ciência do ensino secundário, à medida que participavam num estágio investigativo, apesar de utilizar três níveis, optou por uma lógica de codificação bastante particular: + se concordassem que um determinado aspeto correspondesse à NC; ++ se o/a participante fosse capaz de

para suportar as conclusões (no Anexo II encontra-se, para cada uma das dimensões analisadas, a descrição dos quatro perfis).

Para cada uma das participantes foram realizados os seguintes passos: i) leitura de todas as unidades de registo de uma determinada subcategoria, referentes aos três momentos em que as conceções foram alvo de análise; ii) para cada momento, e em cada subcategoria, foi atribuído um dos quatro perfis possíveis.

Os perfis iniciais (pré-programa) foram construídos a partir do questionário Q1, da entrevista de follow-up (Qfu) e dos incidentes críticos iniciais (ICi), enquanto os perfis finais foram obtidos a partir do Q3 e dos ICf. Os perfis após os estágios, mas pré-seminários, foram construídos com base no Q2. Ao longo da construção destes perfis, o nível de inferência foi, propositadamente baixo, utilizando recorrentemente citações das participantes.

Posteriormente, e com o objetivo de descrever as mudanças pré/pós programa, efetuou-se a comparação direta, entre perfis iniciais e finais, para cada uma das participantes. Por fim, procedeu-se à comparação entre as participantes, com o intuito de tecer considerações genéricas acerca da essência do Programa.

Importa ainda referir que, ao longo dos seminários, várias visões sobre a NC foram audíveis. No entanto, os dados obtidos através desta fonte foram analisados recorrendo a uma estratégia mais holística, explicitada na secção anterior.

Relativamente à imagem do/a cientista e do trabalho que desenvolve, a abordagem seguida foi distinta, apresentando uma natureza mais indutiva. Os seminários, em particular o S_A, e a entrevista Ef foram as principais fontes que informaram esta categoria. Apesar destas duas fontes serem posteriores ao início do programa Ciência ao Vivo, as unidades de registo apresentavam, habitualmente, referência às perspetivas das participantes antes do seu envolvimento nas atividades investigativas e, como tal, foram utilizadas para proceder à análise da evolução das conceções. Neste caso, optou-se por codificar as conceções das participantes com o objetivo de realçar as mudanças verificadas e, dessa forma, foram construídos três temas distintos que ilustram os principais aspetos alvo de mudança: visão mais colaborativa do trabalho dos/as cientistas; visão mais humanizada dos/as cientistas; visão mais problemática e menos célere do trabalho dos/as cientistas (Tabela 14).

Tabela 14

Subcategorias referentes à imagem dos/as cientistas e do seu trabalho

Subcategorias
Visão mais colaborativa do trabalho dos/as cientistas
Visão mais humanizada dos/as cientistas
Visão mais problemática e menos célere do trabalho dos/as cientistas

Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Em primeiro lugar, pretendeu-se identificar quais os efeitos do programa perspectivados e reportados pelas participantes ao nível das suas futuras práticas letivas. Tendo em conta as ideias veiculadas pelas participantes, foram criadas três categorias distintas: maior entusiasmo por ensinar ciências; aproximar o ensino das ciências da investigação científica; maior confiança na adoção de um ensino por investigação.

Em segundo lugar, foram analisadas as concepções das participantes sobre o ensino e a aprendizagem das ciências antes, e após o programa Ciência ao Vivo. Para tal, foram analisadas as transcrições das entrevistas e as propostas didáticas construídas a partir dos incidentes críticos fornecidos. Procurou-se compreender quais as estratégias valorizadas pelas participantes, as competências que consideravam mais relevantes os/as alunos/as desenvolverem (conhecimento substantivo, processual e sobre a NC, atitudes, raciocínio e comunicação) e o papel do/a professor/a e do/a aluno/a nas aulas de ciências. Relativamente aos incidentes críticos, procurou-se ainda identificar os aspetos da NC abordados pelas participantes, bem como, o contexto dessa abordagem. Através do cruzamento destas ideias foram construídos os perfis de cada participante relativamente ao ensino das ciências, antes e após o programa. Desta forma foi possível determinar o grau de orientação das participantes relativamente a um ensino por investigação e de um ensino sobre a NC.

Práticas de ensino implementadas

A primeira análise das práticas de ensino supervisionadas teve, essencialmente, um carácter descritivo. Posteriormente, foi realizada uma nova análise com o intuito de procurar evidências, quer de um ensino por investigação, quer de um ensino sobre a NC.

Avaliar o potencial investigativo de uma determinada atividade pode ser uma tarefa complexa (Bell, Smetana, & Binns, 2005) e, por isso mesmo, vários/as autores/as têm desenvolvido esquemas para definir, por um lado, se a atividade é investigativa e, em caso afirmativo, caracterizar o nível e abertura da investigação. A grande maioria destes instrumentos baseia-se na categorização estabelecida nos *National Science Education Standards*, e que foi adotada neste estudo (Tabela 15).

Segundo o referido documento, para ser completo, um ensino por investigação deve apresentar os seguintes aspetos: envolvimento do/a aluno/a numa questão científica; priorização de evidências; formulação de explicações; articulação das explicações com o conhecimento científico; comunicação e justificação das explicações. Durante a análise das aulas procurou-se, por um lado, encontrar evidências destes aspetos e, por outro lado, determinar o nível de autonomia dos/as alunos nos mesmos.

Para reunir mais evidências sobre o nível de abertura das atividades desenvolvidas, foram também analisadas as práticas discursivas adotadas pelas participantes. Relativamente a este ponto, não se pretendeu determinar frequências de utilização de determinados tipos de intervenção por parte das participantes. Pelo contrário, tal como Scott, Mortimer, e Aguiar (2006) sugerem, a análise teve um cunho essencialmente holístico. Para tal, recorreu-se à estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2000) e que se baseia em cinco aspetos, agrupados em termos de focos do ensino (intenções do/a professor/a e o conteúdo do discurso), abordagem (abordagem comunicativa) e ações (padrões de interação e intervenções do/a professor/a). Entre todos os aspetos da estrutura analítica destes autores, a “abordagem comunicativa” e as “ações” das professoras foram os que maior ênfase tiveram no decurso deste trabalho. Estes aspetos são particularmente válidos para caracterizar e compreender a natureza das práticas desenvolvidas pelas participantes, em particular, se as atividades foram mais dirigidas pelos/as alunos/as ou mais orientadas pelas participantes.

Nesta estrutura, a abordagem comunicativa é realizada com base em duas dimensões distintas: discurso dialógico ou de autoridade e discurso interativo ou não-interativo.

Tabela 15

Caraterísticas essenciais das aulas investigativas e suas variações (Council, 2000, p.29)

Aspeto		Variações		
1. Os/as alunos/as são envolvidos/as em questões com uma orientação científica	Os/as alunos/as formulam questões	Os/as alunos/as selecionam questões	Os/as alunos/as clarificam questões providenciadas pelo/a professor/a ou outras fontes	Os/as alunos/as são envolvidos/as em questões providenciadas pelo/a professor/a ou outras fontes
2. Os/as alunos/as dão prioridade às evidências	Os/as alunos/as determinam o que é que constitui uma evidência e recolhem-na	Os/as alunos/as são direcionados/as na recolha de certos dados	Os/as alunos/as recebem dados e têm de analisá-los	Os/as alunos/as recebem dados e instruções de como analisá-los
3. Os/as alunos/as formulam explicações a partir das evidências	Os/as alunos/as formulam explicações após sumariarem as evidências	Os/as alunos/as são guiados no processo de formulação de explicações a partir das evidências	Os/as alunos/as recebem informações sobre possíveis formas de utilizarem as evidências para a construção de explicações	Os/as alunos/as recebem as evidências
4. Os/ as alunos/as avaliam as suas explicações à luz de explicações alternativas e do conhecimento científico	Os/as alunos/as examinam, independentemente, outros recursos e estabelecem as relações com as explicações	Os/as alunos/as são direcionados para áreas ou fontes de conhecimento científico	Os/a alunos/as são informados acerca de possíveis conexões	Todas as relações são estabelecidas pelo/a professor/a
5. Os/as alunos/as comunicam e justificam as explicações	Os/as alunos/as constroem argumentos razoáveis e lógicos para comunicarem as explicações	Os/as alunos/as são ajudados/as durante o desenvolvimento da comunicação	Os/as alunos/as recebem diretrizes gerais sobre como realizar a apresentação das explicações	Os/as alunos/as recebem instruções, passo a passo, para comunicarem
Menos ----- Nível de direcionamento do/a professor/a ou do material ----- Mais				

A abordagem comunicativa de autoridade ocorre quando “o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico escolar que está sendo construído (...) na qual apenas uma ‘voz’ é ouvida e não há inter-animação de ideias” (Mortimer & Scott, 2002, p. 287). Neste tipo de abordagem, o/a professor/a pode colocar questões, no entanto, estas visam essencialmente respostas simples por parte dos/as alunos/as. No extremo oposto, encontra-se o discurso dialógico que procura explorar e debater as diferentes ideias dos/as alunos/as. Como tal, as questões colocadas pelo/a professor/a neste tipo de abordagem apresentam uma natureza mais aberta. No âmbito de um ensino por investigação este tipo de discurso deverá/terá que ser o mais audível.

A interatividade está relacionado com o número de participantes no discurso. Assim, o discurso será interativo quando ocorre com a participação de mais de uma pessoa, e não-interativo, quando ocorre com a participação de uma única pessoa (Mortimer & Scott, 2000, 2002).

Relativamente ao ensino sobre a NC considerou-se importante, em primeiro lugar, analisar os objetivos de aprendizagem presentes nas planificações das participantes. Desta forma, foi possível determinar a intenção das participantes face a um ensino sobre a NC, nas suas práticas de ensino. Posteriormente, procuraram-se situações que ilustrassem um ensino sobre a NC, quer de forma implícita, quer de forma explícita.

Constrangimentos associados à transferência para a sala de aula. Quer durante, quer após o programa, o discurso das participantes revelou vários constrangimentos associados à implementação de um ensino por investigação e sobre a ciência. Em virtude da análise desse discurso, foram criadas quatro categorias distintas: constrangimentos associados à formação inicial de professores/as; constrangimentos intrínsecos; constrangimentos associados aos/às alunos/as; e constrangimentos associados ao currículo do 1º e 2º CEB (Tabela 16).

Tabela 16*Constrangimentos associados à adoção de um ensino por investigação e sobre a ciência*

Categorias	Subcategorias
Associados à Formação Inicial de Professores/as	Professores cooperantes Professores Institucionais Organização dos estágios
Intrínsecos	Inexperiência Receios
Associados aos/às alunos/as	Desenvolvimento cognitivo Comportamento
Associados ao currículo do 1º e 2º CEB	Invisibilidade da NC Natureza dos conteúdos programáticos

Preocupações éticas

A obtenção do consentimento dos/as participantes de uma investigação é um princípio ético amplamente reconhecido. No entanto, este princípio não se resume à simples assinatura de um formulário, sendo necessário comunicar aos/às potenciais participantes os objetivos e estratégias inerentes ao processo investigativo (Fischman, 2000). Neste estudo, os propósitos da investigação foram esclarecidos e, para além disso, foram criadas condições para que as futuras professoras se sentissem à vontade para solicitarem esclarecimentos adicionais e para que pensassem sobre a solicitação que lhe estava a ser pedida. Foi ainda referido que, a qualquer momento, as participantes podiam revogar o seu consentimento sem nenhum prejuízo, não impossibilitando a sua continuação no programa. Só após este processo, foi então formalizado o consentimento num documento que continha as informações prestadas oralmente. Assim, foram salvaguardados os elementos fundamentais do consentimento informado: a informação foi transmitida ao indivíduo competente; foi avaliada a compreensão dos elementos em causa por parte do indivíduo; e assegurada a voluntariedade do mesmo em participar (Gall et al., 2007).

O respeito pela privacidade e confidencialidade constituem igualmente preocupações a ter em conta, em qualquer investigação que envolva indivíduos (Folkman, 2000) e, como tal, foram garantidos no decurso desta investigação.

Para além dos princípios anteriormente mencionados, a presente investigação teve igualmente em conta a precisão dos dados e da sua interpretação, a justiça, o respeito pelas participantes e pelo seu bem-estar (Flick, 2009).

Validade do estudo

Independentemente da natureza do estudo desenvolvido há sempre quatro questões que se colocam à investigação: qual o valor da verdade?; qual a aplicabilidade?; qual a consistência/fidelidade?; qual a neutralidade? (Amado & Vieira, 2013). Para responder a estas questões, e tendo em conta a abordagem qualitativa deste estudo, será adotada a terminologia referida por Denzin e Lincoln (2003). Assim, nesta secção, descrevem-se os diferentes procedimentos realizados com o intuito de garantir a credibilidade, a transferibilidade, a confiança e a confirmabilidade do presente estudo.

A credibilidade (termo paralelo ao de validade interna) depende essencialmente da correção e exatidão da descrição dos dados, da precisão das interpretações e do rigor das conclusões. Para tal, é necessário que todo o processo tenha ocorrido de forma credível, documentada e lógica (Amado & Vieira, 2013). Ao longo deste estudo, diferentes estratégias foram adotadas com o objetivo de aumentar a sua credibilidade:

- o envolvimento prolongado nos fenómenos investigados (Creswell, 2007) foi bem evidente através das observações realizadas nos contextos reais de ciência e a observação participante da investigadora ao longo dos vários seminários;
- a corroboração das interpretações realizadas pelas participantes (Amado & Vieira, 2013; Merriam, 1995) ocorreu em diferentes momentos, como por exemplo durante as entrevistas de follow-up e em virtude do questionamento constante da investigadora durante os seminários e as conversas informais;
- a adoção de diferentes tipos de triangulação. Segundo Denzin e Lincoln (2008) apesar da realidade objetiva nunca ser capturada, “o uso de diferentes métodos, ou triangulação reflete uma tentativa de assegurar uma compreensão detalhada do fenómeno em questão” (p.7), tratando-se de um aspeto relevante para o estabelecimento da credibilidade de um estudo. Neste estudo recorreu-se, em primeiro lugar, à triangulação das fontes de dados, uma vez que as informações foram obtidas através de diferentes pessoais (as participantes, o/a cientista e a investigadora). Em segundo lugar, foram adotados diferentes métodos de recolha de dados (questionário, entrevista, observação, incidentes críticos, análise de documentos, discussões de grupo focal, observação de aulas), ou seja, foi realizada uma triangulação metodológica. Em terceiro lugar, recorreu-se à triangulação teórica, isto é, procurou-se abordar os dados através de múltiplas perspetivas e hipóteses (Creswell, 2007; Denzin & Lincoln, 1994; Patton, 2002)

- o envolvimento de colegas e especialistas procurando que analisassem os dados e comentassem a plausibilidade das conclusões formuladas (Merriam, 1995).

A transferibilidade (termo paralelo ao de validade externa) corresponde à capacidade dos resultados serem aplicados noutra situação ou com outros/as participantes (Amado & Vieira, 2013). No âmbito de uma investigação qualitativa, tal como o presente estudo, a responsabilidade da investigadora relativamente à transferibilidade termina no momento em que “fornece um conjunto de dados descritivos capazes de permitir que juízos de semelhança sejam possíveis” (Lincoln & Guba, 1991, p.298). A extensão com que as conclusões desta investigação podem ser, ou não, aplicadas a outras situações é assim determinada pelos/as leitores/as (Merriam, 1995). Como tal, ao longo desta investigação, a descrição dos dados foi, propositadamente, densa, compacta, procurando ilustrar a diversidade de perspetivas das participantes e dos contextos onde estiveram imersas. Assim, o/a leitor/a terá a informação necessária para avaliar se as conclusões são potencialmente transferíveis (Creswell, 2007).

No âmbito de uma investigação qualitativa, e no que concerne ao critério da consistência, a principal questão “não é tanto se os resultados de um estudo são replicáveis, mas se os resultados são consistentes com os dados recolhidos” (Merriam, 1995, p. 56). Trata-se pois de analisar a confiança nas intenções e nos processos metodológicos de um/a investigador/a. Segundo Amado e Vieira (2013), para se obter uma boa confiança são necessários pelo menos dois requisitos: necessidade de um trabalho cuidadoso, exaustivo, permitindo a triangulação das conclusões em virtude de alguma diversidade de técnicas de recolha de dados; e a necessidade de uma descrição rigorosa dos processos utilizados e dos contextos em que a pesquisa se realizou. A identificação e a descrição detalhada dos métodos e técnicas de recolha de dados, assim como da forma como se deu a génese das interpretações, foram procedimentos adotados ao longo do presente capítulo e, que conferem consistência ao estudo. Além disso, Merriam (1995) defende que a triangulação metodológica não só garante a credibilidade como a consistência de uma investigação e que o recurso a colegas e especialistas, tal como ocorreu neste trabalho, é igualmente uma estratégia que visa garantir a sua consistência, assim como a sua confirmabilidade.

Apresentação e análise dos resultados

O presente capítulo, dedicado à apresentação e interpretação dos dados, engloba cinco secções distintas. Cada uma das quatro primeiras secções refere-se ao percurso de uma das participantes. Em cada secção, realiza-se uma descrição global da participante em estudo e, posteriormente, uma análise detalhada das concepções que a mesma possuía antes do programa, nomeadamente sobre a NC, o ensino e a aprendizagem das ciências. De seguida, apresentam-se as motivações, as vivências e a avaliação da participante relativamente ao programa. Por fim, descrevem-se as concepções reveladas após o programa, bem como as práticas pedagógicas implementadas pela futura professora durante a prática de ensino supervisionada. Ao longo destes quatro percursos, para além de uma descrição de natureza textural realiza-se uma descrição estrutural, ou seja, uma descrição do contexto que influenciou a forma como as participantes vivenciaram o programa. Pretende-se, através da apresentação destes quatro casos, compreender em profundidade a trajetória percorrida por cada participante ao longo do programa Ciência ao Vivo.

Após compreender “como” cada participante vivenciou o programa Ciência ao Vivo, na quinta secção, procede-se à análise comparativa das participantes com o intuito de identificar eventuais semelhanças e diferenças. Inicialmente comparam-se as vivências decorrentes do estágio da Geologia e da Biologia, com vista à caracterização das diferentes atividades investigativas em contextos reais. Para obter uma imagem integral do programa exploram-se ainda as diferentes perspetivas relativamente aos seminários. De seguida, comparam-se as consequências do envolvimento das participantes no programa, quer ao nível das concepções, quer ao nível das práticas de ensino. Partindo desta comparação pretende-se encontrar o denominador comum entre todas as participantes, isto é, as regularidades que caracterizam o programa e, consequentemente, definir a sua essência.

A Helena

A profissão docente

O envolvimento da Helena no programa Ciência ao Vivo decorreu ao longo do último ano do Mestrado em Ensino do 1º e 2º CEB. Para esta participante, o ingresso neste Mestrado representou a concretização de um sonho antigo. O gosto por ensinar e o desejo de trabalhar com crianças, e influenciar o futuro das mesmas, foram os motivos que mais influenciaram a escolha desta profissão. Para além destes fatores motivacionais de origem intrínseca, as experiências escolares, ao nível do 1º CEB, também desempenharam um papel relevante nesta escolha.

A Helena descreveu o seu percurso formativo até ao ensino superior, no que concerne às estratégias e metodologias implementadas, como pobre dado que “nunca experimentei nada, era tudo manuais, manuais, manuais, e cheguei à faculdade a saber pouco, ou o que sabia era por mim, que ia descobrir, pesquisar, tinha interesse” (Ei). Apesar do ensino tradicional ter sido o único modelo que vivenciou, enquanto estudante, a Helena não tencionava adotá-lo na sua prática de ensino frisando que “eu sabia que queria ser professora mas que não queria ser como os professores que eu tive” (Ei). Neste âmbito, a Helena reconhecia especial importância à formação no ensino superior uma vez que lhe permitiu ampliar o olhar relativamente às metodologias de ensino, nomeadamente com as unidades curriculares no âmbito da Pedagogia e das Didáticas:

(...) que mostravam outros métodos, e que mostravam a comparação entre os métodos tradicionais e aquilo a que chamamos os modernos, da escola moderna, que as coisas não têm que ser tradicionais, e que temos que dar voz aos alunos, e que temos que expandir as ideias deles, que temos que os ouvir, ahh, todas estas ideias, eu identifiquei-me muito, muito, e ainda bem que a ESE as defende, e que nos mostrou. (Ei).

Entre as qualidades que um/a professor/a deve ter para ser considerado/a competente, a Helena indicou a preocupação e o empenho, características fundamentais para o desenvolvimento de planificações e para a construção de recursos que se adequem às necessidades dos/as alunos/as. A preparação científica ocupava de igual modo um lugar de destaque, nas características que a Helena associava a um/a professor/a competente. De acordo com a Helena, “ser competente é isso, é acabar a aula, as aulas às três e meia e preparar o dia seguinte, bem preparado, com materiais, estudar a

matéria” (Ei). Para além disso, “conhecer a turma em todos os aspetos, e conhecer a turma como grupo e cada aluno individualmente, conhecer as dificuldades que eles têm de aprendizagem, o que se passa em casa ou o que é que não se passa” (Ei) era igualmente uma característica que a Helena associava a um/a professor/a competente.

Para esta futura professora as funções associadas à atividade docente eram de natureza diversa, não se restringindo apenas à atuação em sala de aula. Entre as várias vertentes do trabalho do/a professor/a do 1º CEB a Helena realçou a componente afetivo-relacional. Frisou ainda que a função do/a professor/a:

[n]ão deve ser ensinar as letras e as contas, e a natureza, a parte académica, mas deve ser também criar valores, nas crianças, ensinar-lhes os valores da vida, ensinar responsabilidade e autonomia, tudo isso eu acho que se calhar é mais importante do que só o papel académico da escola, que foi aquilo que eu tive. (Ei).

Apesar de ter apenas duas experiências de estágio, a Helena caracterizou-se a si própria como sendo uma professora dinâmica, paciente, ponderada e que conseguia transmitir calma aos alunos e às alunas. Referiu que os estágios tinham sido fundamentais na construção da sua identidade enquanto professora e para o seu desenvolvimento profissional, nomeadamente ao nível do aumento da segurança e confiança:

(...) a relação com as crianças, o estar à vontade, o sentir confiança de que sei aquilo que estou a ensinar e que consigo transmitir às crianças, no terceiro ano tinha mais medo, será que é isto, será que não é, fazia o trabalho de casa muito mais nervosa, a estudar as matérias, e isso ainda hoje tem que ser feito, não é? Mas hoje já é com mais segurança, portanto acho que a prática nos transmite também essa segurança, nos dá à vontade. (Ei).

O discurso da Helena evidenciou igualmente uma *praxis* reflexiva, uma vez que mencionou diferentes situações vividas no estágio em que, após a implementação de determinadas estratégias as avaliava e reformulava, em virtude da diversidade de alunos/as e estilos de aprendizagem:

(...) vamos experimentando, porque se calhar eu assim não consigo ensinar vou experimentar de outra forma. E peço apoio aos professores sobre como é que eu devo ensinar isto realmente, experimento, vejo se resulta e nem todas as crianças são, as crianças são todas diferentes, elas não são iguais, para umas resulta assim para outras já não resulta, temos que dar a volta e acho que o estágio é muito importante nisso. (Ei).

Estas vivências permitiram reforçar a visão transformadora que a Helena associava à profissão docente. Esta futura professora acreditava que, em muitas situações, era

possível obter resultados positivos ao nível da aprendizagem dos/as alunos/as, adotando uma observação sistemática e introduzindo pequenas mudanças:

(...) havia uma criança que nunca queria fazer nada e dizia que lhe doía a cabeça, estava sempre mal disposta, e eu comecei a perceber, foi nesta altura, maio, junho, e eu comecei a perceber que a criança estava à janela a apanhar sol desde manhã, e foi só o simples facto de eu sugerir à professora que ele mudasse de lugar, ele começou logo a trabalhar, já se sentia melhor, e tudo isso (...) São pequeninas coisas que nós podemos mudar e que fazem uma grande diferença. (Ei).

Além do mais, a Helena fez uma avaliação positiva do percurso que realizou durante os diferentes estágios, indicando que entre a intervenção que realizou no último ano da licenciatura e no primeiro ano do mestrado, “o salto foi enorme” (Ei). Apesar de algumas inseguranças associadas ao serviço docente, principalmente nos momentos em que estava a ser avaliada pelos/as supervisores/as institucionais, a Helena considerou ser uma professora competente, dado que “também porque lá está, eu faço muito esse trabalho de casa, nunca vou, nunca vou para a sala de aula sem saber aquilo que vou fazer” (Ei), quer em termos de conhecimentos científicos, quer ao nível das metodologias e estratégias a adotar.

Outro aspeto relevante que ecoou do discurso da Helena relaciona-se com o desejo de trabalhar em contextos de risco. Para esta futura professora estes contextos são particularmente motivadores e desafiantes chegando mesmo a referir que:

(...) há uma coisa que a mim me fascina, tentar controlar uma turma que seja mais difícil, o tentar perceber o porquê de essas crianças serem assim tão revoltadas, não é?, porque não é pessoal, não é contra o professor, nunca é, ou raramente é, há muitas coisas por trás, e muitas vezes os miúdos têm mais com que se preocupar do que com o professor, e é isso que me agrada nestes contextos, o tentar perceber porque é que eles não gostam da escola, e dar a volta a isso. (Ei).

Conceções iniciais

Conceções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Ao longo do discurso inicial, relativamente ao ensino das ciências, a Helena criticou as práticas de ensino baseadas numa perspetiva transmissiva. Referiu que uma boa aula de Estudo do Meio (EM) não devia ser “uma aula expositiva ou ser uma aula em que o

professor diz, abram o livro na página tal, e agora vamos todos decorar” (Ei). Pelo contrário, a participante acreditava que no ensino das ciências deviam ser valorizadas “atividades mais práticas de experimentação, exploração, de observação” (Ei). Para fundamentar esta opinião, além de considerações teóricas, a Helena fez referência a situações concretas que se reportavam às suas experiências de estágio:

Eles [alunos/as] realmente percebem muito melhor, é tudo muito mais fácil, quando eles experimentam e mexem, do que estar a olhar para um manual e decorar que uma rocha é assim porque tem pontinhos pretos e brancos, do que estarem mesmo a experimentar e por acaso nós fizemos isso num estágio e eles adoraram e aprenderam muito rápido. (Ei).

A valorização das atividades práticas e da intervenção do/a aluno/a na sua aprendizagem resultou, em grande medida, da perspetiva defendida pela Helena de que os/as alunos/as aprendem ciência através da descoberta. Vários foram os momentos, no decorrer da entrevista inicial, em que a Helena explicitou a importância de serem os/as próprios/as alunos/as, com a orientação do/a professor/a, a construírem o seu próprio conhecimento:

(...) depois demos a chave dicotómica, e foram eles [os/as alunos/as] a descobrir quais é que eram as rochas (...) e depois tentámos descobrir em conjunto então afinal o que é que é.

(...) e foram eles a descobrir através de uma pista, e depois, e depois, eu acho que as crianças gostam disso, desse mistério e depois temos aqui umas pistas que nos ajudam a descobrir... e eu acho que essa aula foi muito interessante exatamente por causa disso, foram eles a descobrir.

(...) eu sou muito apologista de tudo o que sejam eles a descobrir, nós orientarmos essa descoberta, eu acho que é muito enriquecedor.

(...) e eles começavam a fazer perguntas, porque é que os peixes respiram dentro de água? e a partir daí demos a bibliografia que achávamos adequada, e eles foram ao encontro dessas respostas, pesquisaram e tentaram descobrir.

(...) eu acho exatamente que é através da descoberta [que os/as alunos/as aprendem ciência]. (Ei).

Outro aspeto relevante diz respeito à necessidade que a Helena sentiu, aquando da descrição mais detalhada do que seria uma boa aula de EM, de solicitar qual o tópico da aula. Este facto resultou, em grande medida, da relação que a Helena estabelecia entre a natureza do conteúdo a ser abordado e a natureza das estratégias a adotar:

Helena - para já depende do tema... se por exemplo tivesse mais a ver com as plantas

(...)

Helena - pois depende muito da escolha do local (...) podemos fazer, por exemplo, se for, se estivermos a estudar os estados físicos pode ser uma coisa mais confinada à sala ou ao

laboratório... se for algo que tenha a ver com os animais, fora da sala, com as plantas a mesma coisa. (Ei).

O conhecimento prévio dos/as alunos/as foi também um aspeto amplamente valorizado pela Helena, tendo considerado que o diagnóstico desse conhecimento constituía uma estratégia fundamental no ensino e aprendizagem das ciências:

Eu acho que primeiro que tudo é muito importante partirmos do que eles já sabem, aquela discussão inicial (...) porque desconstrói muito as ideias também, aquela criança diz aquilo, se calhar aquela diz o oposto, mas outro se calhar pensa da mesma forma, e para nós também percebermos a ideia que eles têm sobre determinado assunto. Para um professor eu penso que essa fase também é muito importante nesse sentido, percebermos o que é que as crianças já sabem sobre aquilo, dá uma ideia geral. (Ei).

Essa relevância foi também visível nas aulas que a Helena descreveu, dado que todas contemplavam um momento inicial para a exploração das ideias prévias dos/as alunos/as, e nas estratégias que utilizou perante os diferentes incidentes críticos apresentados:

Nós começamos por, demos as rochas e eles disseram o que é que achavam, quais é que eram (...) pois eles partiram daquilo que já sabiam, ou que não sabiam, pois muitos não sabiam (...) nos animais, agora neste estágio, abordámos muito os animais, e começámos também, lá está, por percebermos o que é que eles já sabiam. (Ei).

(...) qual a perceção que cada um teve da lua, perceber se só aquele aluno conseguiu observar, fazer esta observação mais aproximada devido à ajuda do pai ou se foi só o outro aluno que realmente não conseguiu ver, realmente ver como era a maioria, qual era o padrão. (IC2i).

Primeiro perguntava que coisas é que são essas, que os cientistas inventam, que fazem o planeta estar doente. (IC5i).

A Helena também valorizou, no ensino e aprendizagem das ciências, a partilha de ideias e o trabalho de grupo. Por exemplo, numa das aulas lecionadas sobre rochas, durante a prática de ensino supervisionada, referiu que “dividimos o grupo, e depois cada grupo fez a sua partilha” (Ei). Os debates e as discussões em grande grupo foram igualmente estratégias muito utilizadas nos diferentes incidentes críticos apresentados:

(...) não sei, se calhar analisava as conclusões de cada grupo, em grande grupo, cada grupo defendia bem as suas conclusões, ou seja, nós achamos que ele morreu por isto, devido a isto, isto e isto, ver se seriam razões plausíveis, ou não, e se calhar a partir daí, eliminar algumas conclusões, digo eu, por exemplo, se um grupo dissesse que morreu à fome, e o

outro grupo dizia, ah mas, o segurança da escola, por exemplo, vinha cá todos os dias dar a comida, e ele disse que sim, então se calhar aí, excluíamos essa hipótese, ou seja, perceber também o que é que os levou a chegarem àquelas conclusões e também dentro do grupo percebermos se aquelas conclusões podem ser plausíveis, se podem, se calhar seria mais por aí, se calhar poderíamos nunca descobrir qual teria sido a razão para a morte do douradinho, mas gerar esse debate acho que também seria importante, não é? (IC3i).

Relativamente às aprendizagens que devem ser promovidas nas aulas de ciências a Helena destacou, para além dos conhecimentos substantivos, competências ao nível dos conhecimentos processuais como “a observação, (...) a pesquisa, a experimentação... todas essas competências, que acabam por ser as competências do cientista” (Ei). No entanto, os conhecimentos sobre a NC, a comunicação e as atitudes foram aspetos omissos nas suas respostas. Importa ainda referir que, nas propostas didáticas construídas pela Helena, a partir dos incidentes críticos iniciais, apenas o carácter tentativo da NC foi explicitado. Além do mais, a Helena revelou dificuldades em descrever, de forma detalhada, qual a estratégia mais adequada para explicitar esse aspeto:

(...) já há estudos sobre isso e essas tais aproximações, só que é um assunto, estão sempre a surgir novas conclusões, e também é importante que eles percebam isso, como os dinossáurios foram uma espécie, vá, tão antiga, tão longe dos nossos tempos, que o ser humano nunca chegou a contactar, ah, será difícil mas estão sempre a chegar a novas conclusões, que está tudo em aberto também, algumas coisas, vá. (IC4i).

(...) não sei como é que depois faria essa atividade, vá, mas se calhar introduziria a questão de que a ciência está sempre em evolução, não sei depois como é que faria isso, teria que pensar numa estratégia, ahh, mas introduzir essa questão de que a ciência está sempre em evolução, os cientistas estão sempre a descobrir novas coisas, principalmente estas coisas que não são palpáveis, estão lá longe, e que têm que ser, muitas vezes são só observadas daqui da Terra. (IC6i).

Para a Helena, uma das finalidades do ensino das ciências desde o 1º CEB, consistia na preparação dos/as alunos/as para as aprendizagens a realizar nos ciclos de ensino subsequentes. Contudo, não encarava o ensino das ciências apenas como um fim em si mesmo, sublinhando também a sua relevância como “uma preparação para o resto da vida, seja qual for o caminho que eles [alunos/as] seguirem, mesmo que não tenha nada a ver com ciência” (Ei).

Em suma, antes do programa Ciência ao Vivo e no âmbito da educação em ciências, a Helena valorizava o trabalho prático, o/a aluno/a como agente ativo no processo de aprendizagem, o diagnóstico das concepções prévias dos/as alunos/as, o trabalho de

grupo e a partilha de ideias, bem como a promoção de aprendizagens conceptuais e processuais.

Conceções sobre a ciência

Das respostas dadas no questionário Q1 e na entrevista de *follow-up* depreende-se que, para a Helena, a exatidão era o principal aspeto que diferenciava a ciência de outras áreas do conhecimento e que lhe conferia singularidade:

A ciência consiste no estudo exato das coisas que fazem parte do nosso planeta, e assim, da nossa vida enquanto seres vivos que o habitam. Isto é, a ciência torna-se assim uma disciplina que procura constantemente as respostas exatas, da forma mais fiel possível, às dúvidas e àquilo que desconhecemos ou ainda não compreendemos. (Q1).

Na opinião desta futura professora a objetividade subjacente à produção do conhecimento científico deveria ditar a universalidade da ciência, ou seja, para a Helena a “ciência deveria ser um estudo que não poderia ser influenciado por esses valores (culturais, sociais, políticos), que devia ser neutro” (Q1fu). Por outras palavras, a Helena apresentava inicialmente uma visão descontextualizada da atividade científica, ignorando as relações entre a ciência e a sociedade, apresentando assim uma visão ingénua. Tornou-se também claro que, para esta futura professora, o termo “influência” apresentava uma conotação negativa, na medida em que associa o termo a possíveis casos de desonestidade, nomeadamente, à alteração de resultados.

Apesar desta ideia, a Helena reconhecia a possibilidade de algumas teorias sofrerem modificações ao longo do tempo devido a novas descobertas ou avanços na tecnologia, em áreas do conhecimento onde ainda “não se sabe tudo”:

(...) há teorias que sim, chegamos àquela conclusão e pronto e é aquilo, até se pode evoluir um pouquinho mais... mas depois também temos (...) por exemplo, nessa parte da astronomia de existirem muitas galáxias, de existir vida noutros planetas, é nesse sentido que eu digo que a ciência está sempre em evolução e também estão sempre a criar meios. (Q1fu).

Contudo, o seu discurso não contemplava a possibilidade do conhecimento científico mudar em virtude de, perante os mesmos dados, surgirem novas formas de pensar, o que denota um entendimento limitado desta dimensão da NC. Relativamente ao carácter tentativo das leis científicas, a Helena expressava igualmente visões limitadas, uma vez

que perspectivava as leis como factos provados e, como tal, incapazes de sofrer evolução.

Antes da experiência investigativa, a Helena expressava visões ingénuas sobre as funções e relações entre as teorias e as leis científicas. Esta participante definia uma teoria como “algo que foi estabelecido por cientistas mas que não é exato ou sobre a qual não se tem certezas absolutas” (Q1), enquanto uma lei era “algo estabelecido como certo, uma vez que foi possível testar e comprovar” (Q1). Ou seja, distinguia estes dois conceitos com base no nível de “prova” que lhes era associado. Apesar de no início da entrevista de *follow-up* indicar que “é através das teorias que conseguimos chegar às leis” (Q1fu) acabou por, em virtude dos exemplos que invocou e do raciocínio que realizou, manifestar algumas dúvidas sobre a generalização e veracidade dessa afirmação. Acrescentou ainda que “as teorias são mais abrangentes do que as leis (...) no sentido em que as leis se calhar são coisas mais pontuais, mais concretas, mais pequeninas. As teorias são coisas mais abrangentes, para temas mais abrangentes” (Q1fu).

A Helena reconhecia o papel das inferências na construção do conhecimento científico mas colocava-as num papel secundário, devido ao seu elevado grau de incerteza. Nalgumas situações o seu discurso denotava alguma dificuldade em diferenciar conceitos como inferências, hipóteses e teorias:

Por um lado, penso que os cientistas têm certeza uma vez que através das erupções vulcânicas e do estudo das diferentes rochas é possível chegar a essas conclusões. Porém, como não é ainda possível chegar ao interior da terra, essas certezas podem não ser absolutas. (Q1).

Helena - Pois. Isso também é uma questão em que eu própria também tenho dúvidas... já alguma vez chegaram ao núcleo? Não, nunca passámos da crosta. Só que o manto se consegue perceber pelas erupções, já há certezas de que a matéria das erupções vem do manto, não é? Ou isso também são hipóteses? (...) pois, só partindo do princípio que a crosta é matéria sólida, pressupõem-se que a matéria no manto será líquida, será matéria fundida, mais plástica, não é?

Investigadora - Nessa lógica, diz-me tu, eles têm a certeza que é assim, ou não têm a certeza?

Helena - (...) Mas, se calhar não têm.

Investigadora - Então se não têm (eu quero é complicar, entre aspas), então se não têm por que é que apresentam aquela estrutura?

Helena - Lá está é uma teoria, não é, é uma hipótese que se criou para explicar os acontecimentos da Terra, das erupções, dos sismos. Se calhar colocaram essas hipóteses

para explicar a razão pela qual isto acontece, ou seja, as erupções acontecem, por baixo da crosta existe algo que é mais líquido, mais plástico. (Q1fu).

O discurso de Helena refletia uma visão limitada sobre o papel dos referenciais teóricos e da subjetividade na construção do conhecimento científico. Para esta participante a coexistência de diferentes hipóteses relativamente à extinção dos dinossauros devia-se em grande medida à falta de dados, pois “quantos mais dados tivermos se calhar... a conclusão será mais direcionada” (Q1fu), e não a diferentes referenciais teóricos a partir dos quais os mesmos dados podem ser interpretados. Por outras palavras, a Helena estabelecia uma relação direta entre a observação e o conhecimento científico pois “se calhar os cientistas só acreditam naquilo que veem” (Q1fu), o que revela uma visão simplista em que as conclusões emergem diretamente dos dados.

Inicialmente, a Helena possuía concepções informadas sobre o papel da criatividade e da imaginação no desenvolvimento do conhecimento científico. Segunda esta participante, a criatividade e a imaginação constituíam “fatores desinibidores da própria visão do cientista aquando da investigação” (Q1) tanto durante a recolha, como durante o tratamento dos dados. Segundo esta participante:

(...) recolhemos os dados e agora temos ali uma resposta e se pensarmos, se tivermos imaginação, como é que eu vou explicar, se puxarmos pela cabeça, se imaginarmos, talvez a nossa interpretação vá ser diferente, e será diferente da sua e, eu acho que sim, que a imaginação pode ajudar. (Q1fu).

Para a Helena esta valorização da criatividade, em todas as fases da investigação, não era inconsistente com as restantes concepções sobre a NC pois, esta capacidade encerrava uma dualidade “se calhar pode levar-nos a concepções erradas mas se calhar ajuda-nos nas teorias” (Q1fu).

Das respostas dadas no questionário Q1 e na entrevista de *follow-up*, é também possível depreender que a Helena reconhecia a base empírica do conhecimento científico. Contudo, as suas visões eram limitadas, uma vez que para ela o desenvolvimento do conhecimento científico focava-se “apenas” em evidências diretas obtidas a partir de experiências, excluindo fatores como a interpretação ou crenças.

Relativamente às concepções sobre as metodologias investigativas, as respostas dadas pela Helena expressavam visões ingénuas. Para esta futura professora, as experiências científicas constituíam um pré-requisito para o avanço do conhecimento científico “uma vez que, para que a descoberta/estudo seja exato e fidedigno, tem de haver lugar a um teste de hipóteses com as mesmas variáveis, que nos permita chegar a conclusões

concretas e sem falácias” (Q1). Ao não referenciar métodos não experimentais, nomeadamente estudos de cariz descritivo, o discurso de Helena sugeria desconhecimento relativamente à importância do pluralismo metodológico na construção do conhecimento científico. Para além disso, mencionou ainda que durante uma experiência científica devem ser seguidos determinados passos, aludindo à existência de um método científico:

Helena - (...) primeiro coloca-se a questão, depois há a colocação das hipóteses, e depois há o testar dessas hipóteses para se chegar às conclusões, resumidamente (...) eu acho que sim, que na generalidade os cientistas, sim, isso pode ser um método que todos podem seguir, sim, estou a pensar em várias áreas. (Q1fu).

Por fim, a Helena apresentava uma visão positiva dos/as cientistas e do trabalho que desenvolvem:

O trabalho de um cientista consiste em encontrar respostas acerca da vida na terra e em volta desta, no sentido de melhorar as nossas condições de vida (biologia, medicina, etc.) ou de compreendermos o funcionamento da terra e até mesmo do seu passado, tentando compreender a sua formação e desenvolvimento. (Q1).

Relativamente às características que a Helena associava a um/a cientista, a seriedade e o rigor ganhavam lugar de destaque em detrimento da simpatia e da alegria. Para além disso, acreditava que os/as cientistas eram pessoas muito comprometidas com o trabalho e com um elevado nível de sabedoria. Considerava ainda que o trabalho investigativo não era realizado em completo isolamento mas sim em equipas.

O programa Ciência ao Vivo

Motivações para o envolvimento no programa

A possibilidade de colaborar com um/a cientista foi a principal razão invocada pela Helena para justificar o seu envolvimento no programa, em grande medida, por se tratar de algo inovador e que nunca antes tinha vivenciado: “eu acho que vai ser interessante lidar com cientistas, que também é uma experiência que também nunca tive” (Ei). Esta futura professora estava igualmente convicta de que a imersão em contextos reais de ciência seria uma experiência benéfica e que contribuiria para a sua evolução:

(...) acho que vai ser interessante perceber, e ver a minha própria evolução, o que é que vai mudar em mim, o facto de ter lidado com estes cientistas e ter aprendido com eles, percebe o que é que eu quero dizer? Será que vou ficar mais desperta para algumas coisas, e acho que vai ser enriquecedor porque tenho a certeza que me vai abrir os olhos para muita coisa, vai-me estimular em diversos sentidos e vou ficar a aprender. (Ei).

Em termos de aprendizagens, a Helena considerava que o programa poderia contribuir para aumentar o seu conhecimento científico, principalmente ao nível dos temas inerentes ao próprio projeto de investigação. Dado que avaliava de forma insatisfatória a sua formação, em termos de atividades práticas e de laboratório, a Helena esperava igualmente melhorar as suas competências processuais. No entanto, acreditava que um programa deste tipo possibilitaria ainda aprender “coisas novas que eu nem imagino, lá está, foi também muita curiosidade, o que é que eu vou aprender!” (Ei).

Na opinião desta participante as aprendizagens anteriormente mencionadas eram relevantes, quer em termos pessoais, quer em termos profissionais. O enriquecimento pessoal resultava da sua crença de que “todas as experiências são boas a nível pessoal” (Ei) principalmente quando permitem “lidar com pessoas novas (...) ainda para mais profissionais das ciências com quem nunca tive contacto” (Ei). O facto de a Helena acreditar que “não devemos saber só aquilo que ensinamos, temos que saber sempre mais” (Ei) contextualizava a importância do programa no âmbito profissional. Aliás, a transposição para a prática docente foi um aspeto muito evidente no seu discurso:

(...) vou desenvolver competências de laboratório, e transpor depois, para as minhas aulas, enquanto professora do 1º ciclo, saber que aquilo que aprendi, nestas semanas que vou lidar com os cientistas, transpor para as minhas aulas, como é que vou utilizar essas competências e essas aprendizagens e trabalhá-las nas minhas aulas. (Ei).

O contexto real de ciência

Na fase inicial da investigação o Frederico descreveu e discutiu com todos/as os/as elementos da equipa, a Helena, a João e os cinco alunos de Geologia, alguns aspetos sobre o contexto e as questões que norteavam a investigação na qual iam colaborar. Desde o início, o ambiente criado foi avaliado de forma muito positiva pela Helena, uma vez que se sentiu “bastante bem acolhida pelo Frederico, bem como pelos seus alunos que farão parte desta investigação” (DB). Esta avaliação estava intimamente relacionada com a preocupação sentida pela Helena, “em que estivéssemos à vontade

para colocar todas as dúvidas, de modo a compreendermos todo o processo e termos técnicos a serem tratados” (DB). A atitude dos diferentes elementos da equipa, face à participação das futuras professoras na investigação, também contribuiu para o desenvolvimento de um sentido de pertença. Segundo a Helena, “fizeram-nos sentir não só parte do grupo, mas uma parte importante do mesmo, considerando que a nossa presença será benéfica para o seu projeto” (DB). Ao ser confrontada com uma imagem diferente daquela que tinha idealizado, relativamente às características pessoais e profissionais dos/as cientistas, a Helena, mesmo após poucos dias de imersão no contexto real de ciência, já considerava que as suas expectativas tinham sido superadas:

Neste sentido, as minhas expectativas foram superadas uma vez que o Frederico demonstrou ser bastante acessível e “à vontade”, proporcionando-me uma nova e diferente visão dos investigadores científicos. Quero com isto dizer que, ao ter demonstrado ser um cientista tão acessível, disponível e interessado pelos seus alunos e pelo nosso grupo, sendo ao mesmo tempo tão competente naquilo que faz, adquiri um novo conceito acerca dos investigadores, tendo agora uma imagem mais real daquilo que são. Ao contrário da imagem de investigadores que passam os dias nos laboratórios, isolados do mundo nas suas investigações, o Frederico demonstrou que os cientistas estão abertos a projetos externos e que o laboratório é um local onde diversas iniciativas podem ocorrer ao mesmo tempo. (DB).

Durante os primeiros dias no laboratório, as discussões de natureza conceptual estiveram sempre presentes. Segundo a Helena, estes momentos foram muito importantes, uma vez que lhe permitiram desenvolver “uma maior perceção do trabalho de investigação” (DB) e para reconhecer que:

(...) para se dar início a uma experiência, é fundamental que sejam colocadas hipóteses/possibilidades que possam ser testadas de modo a serem ou não comprovadas. Isto é, para se compreender um fenómeno (neste caso o sismo de 1755), existe uma fase inicial de colocação de hipóteses que levem o investigador a chegar a uma conclusão (...). Após esta discussão, onde foram colocadas diversas hipóteses “em cima da mesa”, pude observar uma segunda discussão promovida novamente pelo Frederico acerca das variáveis a serem testadas. (DB).

Todo o ambiente epistémico que a Helena ia vivendo, bem como as referências explícitas realizadas pelo Frederico sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, permitiram-lhe refletir sobre a NC. Por exemplo, no seu diário de bordo, a natureza ensaística e as consequências dessa característica do conhecimento científico foram alvo de discussão:

(...) uma frase proferida pelo Frederico que me marcou durante este dia: “Em Ciência temos que manter sempre o espírito crítico aberto”. Considero que esta será a frase que, até à data desta minha experiência, melhor define o que é trabalhar EM ciência e PARA a ciência. Uma vez que nunca temos certezas absolutas acerca de nada no que a ciência diz respeito, é absolutamente necessário manter o espírito crítico aberto, de modo a conseguirmos sempre observar os problemas sobre todos os ângulos. Isto é, colocando constantemente questões, dúvidas, hipóteses sobre o tema a ser investigado, a nossa capacidade de interpretação crítica não será comprometida. (DB).

As percepções iniciais, relativamente ao ambiente criado no seio da equipa, permaneceram ao longo das semanas seguintes. Em vários momentos fez referência a situações ou ações que evidenciavam esforços para que todos os elementos participassem e se sentissem parte integrante da equipa. Por exemplo, relatou que o Frederico “promoveu uma longa discussão... “chamando” todos os presentes à conversa, provocando dúvidas e questões pertinentes ao tema a ser discutido” (DB) ou que “para esta discussão o professor incentivou a participação de todos, tendo sempre a preocupação de que todos os presentes compreendiam o que estava a ser discutido” (DB). Apesar do papel fulcral do Frederico na criação deste ambiente, os alunos de Geologia também desempenharam um papel relevante:

Ainda, gostaria de fazer uma pequena nota ao facto de continuar a sentir preocupação por parte do Frederico e dos seus alunos em que estejamos sempre dentro das matérias abordadas ao longo deste processo, enviando-nos diversa bibliografia, incluindo *slideshows* figurativos de mais fácil compreensão. (DB).

As primeiras tarefas práticas, realizadas pela equipa, corresponderam à preparação do material e à montagem de uma caixa em acrílico onde seriam colocadas areias para a realização da modelação. Inicialmente, a Helena revelou algum receio em participar de forma mais ativa no trabalho, referindo que “até tenho medo de tocar nas coisas” (NC). Contudo, paulatinamente a Helena começou a colaborar nas tarefas, juntamente com os colegas da equipa: “cheguei e a Helena estava no chão a peneirar com um aluno de Geologia” (NC). As sessões seguintes foram destinadas à coloração de areias e à testagem das mesmas na caixa de acrílico entretanto construída:

- Foram coradas areias mas estas ficaram pouco coloridas (1ª tentativa). Isto é, a cor não ficou muito distinta da areia branca inicial.
- Filtragem das areias coradas de modo a homogeneizar os grãos.
- Procedeu-se a uma pequena experiência de modelação análoga, de modo a verificar-se se o contraste entre as duas cores de areia era nítido.
- Procedeu-se a uma nova coloração de areias (2ª tentativa), desta vez com maior concentração de azul metileno. (DB).

Após duas tentativas infrutíferas para obter a coloração ideal nas areias, a Helena descreveu o aparecimento de algum descontentamento na equipa:

Este foi um dia muito *stressante* para todo o grupo (...) uma vez que há já quase duas semanas se está a "perder tempo com problemas que nada têm que ver com geologia". Isto é, estes problemas da coloração de areias tem-nos roubado duas semanas de trabalho que seriam essenciais para começar, o quanto antes, a experiência final de modelação análoga. (DB).

Estes contratempos foram utilizados pelo Frederico para discutir, com as futuras professoras, alguns aspetos inerentes à investigação científica, mas também, para animar os diferentes elementos da equipa. Em virtude dos vários comentários proferidos pelo Frederico, a Helena continuou a discutir e refletir no seu diário de bordo sobre o trabalho dos/as cientistas:

(...) o Frederico referiu que o trabalho de laboratório é feito destes percalços e que é preciso ter muita calma e paciência para não desanimar, de modo a não se desistir do trabalho (...) ganhou-se um novo fôlego e o grupo animou novamente para prosseguir com a experiência (...). Acerca deste dia devo salientar uma frase proferida pelo Frederico: "quando fazemos uma experiência, mesmo não tendo resultados, é um resultado". Neste sentido, o professor quis com isto dizer que, mesmo quando os resultados não são positivos ou favoráveis à nossa experiência, já por si constituem uma resposta, sendo que todas as experiências nos levam "a alguma coisa". Isto é, os resultados negativos conduzem-nos igualmente a questões através das quais melhoramos a nossa experiência. (DB).

As características inerentes às atividades investigativas foram evidentes, não apenas através dos comentários tecidos pelo Frederico, mas também pelas dinâmicas que se foram criando, pois os problemas identificados e as possíveis soluções foram amplamente discutidos no seio do grupo:

Assim, embora as areias não tenham ficado coradas corretamente, levaram o grupo a discutir hipóteses que pudessem melhorar as condições da experiência - neste caso, a concentração de azul metileno (...). Neste sentido, ao longo do dia foram discutidas diversas hipóteses que pudessem responder à principal questão: "Porque é que a areia azul continua a borrar a branca?". Assim, foram discutidas várias razões, sempre sob a orientação do Frederico, exemplificando: demasiada concentração de azul metileno; demasiada água na impregnação da experiência. Chegou-se então à conclusão que se teria que diminuir a concentração de azul metileno. (DB).

A "importância que o Frederico dá à opinião dos seus alunos no que diz respeito à resolução de problemas relacionados com a experiência" (DB) continuou a ser um aspeto amplamente valorizado. A Helena acrescentou ainda que "[é] bastante

interessante verificar que o professor, ainda que sendo um cientista bastante experiente, solicita constantemente a opinião do grupo, fazendo-o repensar sobre as questões.” (DB).

É importante realçar que, em algumas situações, as reflexões da Helena estabeleceram uma ponte entre as vivências investigativas e o ensino-aprendizagem das ciências. Por exemplo, em virtude da afirmação do Frederico: “Nas experiências, temos sempre que questionar «mas porque é que isto acontece?»” (DB), a Helena escreveu:

(...) fez-me perceber que, em situação de sala de aula, o papel do professor de 1/2.º Ciclo deve ser este mesmo: fazer os alunos questionarem o porquê das coisas, porque é que as coisas acontecem daquela maneira, por vezes inesperada. É através deste questionamento que chegamos a conclusões importantes para as nossas pesquisas/investigações, uma vez que pomos em causa aquilo que estamos a observar, fazendo-nos refletir sobre os resultados. (DB).

A descrição dos problemas metodológicos com que a equipa se defrontou e, acima de tudo, das soluções criativas e de baixo custo encontradas, foram igualmente o mote para aprendizagens de natureza didático-pedagógica: “achei bastante interessante o facto de simples objetos do dia-a-dia serem bastante úteis para desempenhar funções no laboratório. Assim, enquanto futura professora de 1º/2ºCiclo deu-me uma perspetiva bastante prática e “desenrascada” para lidar com pequenos contratempos em laboratório” (DB). Noutras situações, foi o próprio Frederico que estabeleceu, de forma explícita, a ligação entre as atividades desenvolvidas e o ensino das ciências, dando sugestões e apelando ao sentido crítico das participantes na escolha dos recursos:

Por fim, à medida que fomos fazendo esta pequena experiência foram sendo discutidas alternativas que podem ser usadas numa sala de aula com crianças. Por exemplo, farinha ou areia da praia e *Nesquik* ou uma especiaria de cor escura (caril, canela). (DB).

Assim, o professor disse para nunca deixarmos de fazer perguntas e que estas, no decorrer das discussões em grande grupo, são bastante importantes uma vez que “se chega a várias e importantes conclusões” acerca dos resultados das experiências. Inclusivamente, colocar questões ajuda o professor a pensar sobre coisas sobre as quais nunca tinha pensado sob a perspetiva de outra pessoa, isto é, as questões do aluno também provocam no professor um conflito de conteúdos que o fazem repensar as matérias. (DB).

As relações que se foram estabelecendo entre os diferentes elementos da equipa extravasaram a investigação científica e continuaram em diferentes momentos informais: “Quando estávamos a ir embora perguntei à Helena como tinha corrido de

manhã. Ela disse que bem, que os alunos de Geologia eram realmente muito simpáticos e que tinham ficado à hora de almoço a fazer-lhe companhia.” (NC).

À medida que a experiência se ia aproximando do fim, o Frederico promoveu discussões “de modo que em grande grupo se pensasse sobre os possíveis resultados que decorreriam da experiência” (DB). Mais uma vez, a atitude do cientista, em particular o facto de “colocar questões, sem medo de o fazer” (DB), foi algo que chamou bastante a atenção da Helena e que a fez refletir sobre o papel da argumentação na ciência:

Por um lado, as discussões são importantes antes da experiência de modo a prever-se o que poderá acontecer; por outro, posteriormente à experiência, estas discussões são essenciais para se pensar sobre os resultados: porque é que isto aconteceu desta maneira? (DB).

No final do trabalho a Helena revelou já se sentir mais à vontade na realização de tarefas de cariz processual, como por exemplo “movimentar-me no laboratório e sinto-me mais autónoma para realizar pequenas tarefas como limpar tabuleiros, montar a máquina da experiência, limpar a mesma” (DB), mas também de natureza mais conceptual “para dar sugestões de resolução de problemas ou colocar questões ao Frederico/alunos.” (DB). A última entrada no diário de bordo ilustra exatamente esse conforto:

Uma das principais questões que me surgiram ao longo destas semanas foi o facto de o professor Frederico nunca ter repetido as experiências que fizemos. Neste sentido, questionei-o se, quando realizamos uma experiência, não temos que repeti-la de modo a confirmar os seus resultados, ao qual obtive resposta afirmativa. Assim, “em todas as experiências os resultados têm que ser reproduzíveis”, isto é, convém repetir-se a experiência de modo a confirmar-se os resultados, ou seja, se estes podem ser considerados fiáveis. (DB).

Em resultado das suas vivências no contexto real de ciência, a Helena indicou que as características pessoais e profissionais do Frederico constituíram a principal razão para o ambiente criado ter sido tão positivo: “se ele [cientista] fosse de outra forma talvez não me sentisse tão bem, ou seja, ele sendo a pessoa que é, acho que fez com que ficássemos super à vontade” (Ef); “eu senti-me sempre bastante confortável e não tinha medo de participar, porque lá está o professor deixava-nos à vontade para isso, e solicitava-nos e tudo” (Ef). Segundo a Helena, o facto de ter contactado com cinco alunos de uma licenciatura em Geologia foi um aspeto bastante positivo, sobretudo, devido à proximidade em termos etários:

Tivemos o bónus de termos lá outros estudantes que estão mais próximos de nós, neste caso da nossa idade, sabem muito mais obviamente, mas são pessoas mais próximas de nós, o cientista parece que fica um pouco mais distante, apesar de ele nos deixar completamente à

vontade, mas eu gostei muito, senti-me sempre à vontade, e o professor também se disponibilizou sempre, se tivéssemos alguma dúvida, ele explicava, ou os estudantes explicavam. (Ef).

Apesar da existência destes alunos com um nível de conhecimento superior, a Helena considerou o ambiente bastante inclusivo e coeso:

(...) notava-se que o cientista não tinha medo que nos mexêssemos, que estragássemos, por não termos o conhecimento que eles têm, ele não nos colocou de parte, ele deixou-nos completamente à vontade, ia-nos alertando, não façam isto, não façam aquilo, mas não nos tratou de maneira diferente, e acho que isso também foi importante para nos sentirmos à vontade. (Ef).

Para além dos elementos da equipa de investigação, as participantes também contataram com outros/as investigadores/as que trabalhavam na mesma instituição, aspeto bastante realçado pela Helena:

(...) nós conhecemos outros professores que o Frederico fazia questão de nos apresentar e que o Frederico fazia questão de dizer o que estávamos ali a fazer e também eram pessoas impecáveis, aliás acho que um deles até era o editor do não sei do quê da ciência (...) portanto eram até pessoas com algum estatuto na ciência mas que eram super acessíveis (...) e conhecemos o pai da Geologia em Portugal. (S4).

Apesar do apoio da equipa e da importância conferida pela participante a esse suporte, foram identificadas dificuldades, essencialmente de cariz conceptual, que não foram diluídas ao longo do estágio. Na entrevista final, a Helena indicou este aspeto como a única dificuldade que encontrou ao longo da sua imersão no contexto real de ciência:

(...) assim dificuldades, acho que a única que eu posso referir é não ter as bases para aquilo que ali estávamos a falar, porque são coisas muito complexas que é preciso ter, (...) às vezes eles falarem de coisas que eu não fazia a mínima ideia do que é que se estava a passar, mas de alguma forma tentávamos sempre compreender. (Ef).

Quanto à caracterização do seu papel no estágio, a Helena considerou que não desempenhou um papel crucial na investigação “ao ponto de eu me vir embora e o trabalho ficar parado” (Ef). No entanto, referiu de forma categórica que não foi “uma mera espetadora (...) participámos sempre que podíamos” (Ef), nomeadamente:

(...) na preparação das areias, na preparação das experiências, montar a areia, nisso participamos imenso (...) depois de termos a areia pronta, começámos a montar, tanto que ele nos deixava sozinhos, nalguns dias de montagem ele nem sequer estava lá (...) depois tirámos fotografias, ainda o ajudámos a tirar as fotos e a focar a máquina. (Ef).

Na sua opinião, considerando uma linha imaginária cujos extremos correspondam a totalmente participante e totalmente observadora, a Helena considerou que uma posição intermédia era aquela que melhor ilustrava o papel que tinha desempenhado na investigação científica. Considerou igualmente que o estágio lhe permitiu assistir e colaborar com uma comunidade científica onde as dinâmicas envolvidas na produção de conhecimento científico eram visíveis. Segundo o seu olhar, a partilha de ideias, a discussão, a reflexão e o questionamento foram os processos que melhor caracterizavam o espírito vivenciado:

Investigadora - Assististe à produção de conhecimento científico?

Helena - Deles? Eu acho que sim, todos os dias.

Investigadora - O que é que te leva a dizer isso?

(...)

Helena - Eles estavam sempre em discussão, tudo era, era motivo para discutirem e refletirem, eu acho que o professor Frederico nesse aspeto teve um papel espetacular, mas principalmente quando começámos a fazer a experiência já mesmo na caixa, vi, eles já tinham aquelas conceções antes de fazerem as coisas, e depois quando abriam faziam os cortes verticais, não sei o quê, fartavam-se de discutir sobre aquilo, e depois mesmo antes de fazerem os cortes, quando a máquina estava a avançar, começavam a ver lá aquelas coisas por cima, estavam a discutir o que é que é isto, o que é que é aquilo, não é, ah, mas também pode ser o outro, não, não pode por que se não seria de outra forma. (Ef).

Os seminários

Ao longo dos seminários, a Helena evidenciou uma grande capacidade reflexiva. Partilhou as suas ideias e vivências, interpretou e reinterpretou a investigação científica em que teve a oportunidade de colaborar, bem como a investigação onde as restantes participantes estiveram imersas, questionando quer as suas próprias visões, quer as opiniões das colegas.

Em várias situações, ao deparar-se com opiniões diversas, a Helena analisou e refletiu sobre a validade dos argumentos que sustentavam ideias não coincidentes com a sua. Esta postura foi particularmente evidente após a leitura das respostas inicialmente dadas ao questionário Q1 e, em especial, das respostas sobre a influência social e cultural no desenvolvimento do conhecimento científico, bem como, dos aspetos metodológicos da ciência, dado corresponderem aos aspetos da ciência em que a Helena apresentava uma visão mais afastada da das suas colegas. Por exemplo,

relativamente ao primeiro aspeto da NC mencionado, a influência social e cultural, a Helena desenvolveu o seguinte raciocínio:

Helena - É giro pois estou aqui a ler opiniões diferentes da minha, da que eu dei, e que são perfeitamente válidas, têm o seu fundamento; apesar de serem diferentes daquilo que eu penso, são respostas curiosas (...). Apesar de não partilhar da mesma opinião, dá que pensar a visão da outra pessoa, não é?, e não está errado.

(...)

Investigadora - Houve alguma que achaste assim particularmente interessante, relevante, que te tenha feito pensar mais?

Helena - Sim, era aquela onde eu estava a abanar a cabeça... a pessoa diz que se uma pessoa não acredita que a terra é redonda, vai tentar fazer os possíveis para tentar provar que não é... a pessoa aqui diz que as investigações também têm muito a ver, têm em conta a personalidade da pessoa, do cientista e se calhar é verdade, eee, não sei se é a mesma pessoa, que também diz que, se eu estou interessada sobre um determinado tema é sobre isso que eu vou estudar, e é verdade, um cientista não estuda sobre tudo, estuda algo que gosta, que inicialmente, sim que tem, começa tudo pela curiosidade, não é, e depois aí vão desenvolvendo o seu trabalho de acordo com os interesses deles e com aquilo que eles gostavam de descobrir sobre o seu assunto, por isso se calhar, nesse sentido, talvez a ciência seja condicionada pelos interesses.

(...)

Helena - Por acaso não foi essa a resposta que eu dei, estava.

(...)

Helena - Na altura eu respondi que achava que a ciência era universal, só que achei curiosas estas respostas. (S2).

A procura sistemática de vivências, resultantes da participação nos contextos reais de ciência, para contextualizar os tópicos em discussão foi outro aspeto frequente ao longo da participação da Helena nos seminários. O regresso à investigação científica em que colaborou contribuiu, em muitas situações, para que reavaliasse as suas ideias, nomeadamente ao aperceber-se que outras participantes possuíam ideias diferentes da sua. Por exemplo, apesar de ter indicado que a construção do conhecimento científico não refletia valores culturais e sociais, a Helena invocou memórias do contexto real de ciência onde esteve a colaborar e que colocavam, pelo menos parcialmente, essa ideia em causa:

Helena - (...) o Frederico dizia muitas vezes (...) que muitos dos estudos que se fazem também têm a ver com questões monetárias, também acabam por ter... e eles diziam muitas vezes, se metermos lá que o teu estudo contribui para descobrires se vais encontrar petróleo ou não, tens dinheiro de certeza, se não, não vale a pena, ou seja, percebemos que os estudos também são um bocado influenciados por isso e eles falavam muito sobre essa

questão, se não é, neste caso eles trabalham nas áreas do petróleo, se não envolvesse petróleo o estudo não ia para a frente, ninguém pegava, não tinha interesse.

(...)

Helena - Aliás uma coisa interessante que eu apanhei numas conversas do professor, lembram-se que eu disse que nós estávamos com alunos (...) e eles depois têm que fazer os projetos de licenciatura, do ano final, e o professor dizia muitas vezes, ah, faz sobre um tema qualquer porque não há ninguém a estudar, porque é que não investigas, porque é que não fazes sobre isto, já que está pouco estudado. (S2).

A Helena não recorreu à experiência investigativa apenas para colocar em causa as suas visões iniciais. Por exemplo, nalguns momentos do terceiro seminário, essa estratégia foi utilizada para reforçar as suas visões iniciais. Este processo foi bastante evidente na discussão referente à necessidade, ou não, do desenvolvimento do conhecimento científico requerer sempre uma atividade experimental:

Helena - Eu estava a pensar, por um lado eu achava que sim [que o desenvolvimento do conhecimento científico requer sempre experimentação], para o desenvolvimento, só que depois aqui, esta resposta da pessoa que acha que não, que fala de conhecimentos antigos, nos quais nos podemos basear... e estava-me a lembrar da nossa investigação, que nós assistimos, há factos, ou relatos antigos, nos quais se podem basear, mas no entanto, querem experimentar na mesma, se isso aconteceu daquela forma ou não. (S3).

A contextualização não se restringiu aos contextos reais de ciência abrangidos pelo programa Ciência ao Vivo. Por exemplo, para dar continuidade à reflexão sobre a necessidade de experiências científicas para o desenvolvimento do conhecimento científico, a Helena invocou outras áreas da ciência, nomeadamente, a Astronomia. Curiosamente, apesar de ter frisado a dificuldade de realizar experiências nesta área científica, o facto do próprio conceito de experiência ainda não estar bem desenvolvido, provocou algumas incoerências na procura de evidências e, conseqüentemente, na sua capacidade argumentativa:

Helena - Os estudos com astronomia são muito difíceis de experimentar e de comprovar, por exemplo a criação do Universo (...) são muitos os cientistas que acreditam no Big Bang... no entanto isso é muito difícil de comprovar.

Investigadora - Haverá experiências?

João - Não me parece.

Investigadora - E podemos desenvolver conhecimento científico nessa temática ou não?

Helena - Sim, eu acho que sim.

(...)

Helena - Tanto que, se está sempre a tentar arranjar métodos de se chegar ao planeta x ou não sei quê para se tentar comprovar se realmente já existiu água ou se é possível existir vida (...). Mas por alguma razão se está sempre a tentar chegar lá e tentar comprovar se sim

ou não. Eu acho que se calhar isso quer dizer alguma coisa, ou não, em relação a isto? Será que é sempre necessário? Se calhar é, não sei. Percebe o que eu quero dizer?

(...)

Helena - Por isso é que eu lhe estou a dizer que por alguma razão, os cientistas que estudam estas coisas da astronomia estão sempre a tentar ir a Marte, ou ir à Lua.

Investigadora - mas o ir a Marte é uma experiência?

Helena - Não, mas pelo menos é recolher dados mais, mais, mais.

(...)

João - Sim, é uma investigação, é um estudo.

Helena - Sim, investigação é sempre, não é? Pelo que nós já tínhamos visto. (S3).

Apesar de a questão ter ficado em aberto, a Helena regressou a este tópico e recorrendo a exemplos da história da ciência, tentou encontrar evidências para sustentar a hipótese de que nalgumas situações, em especial quando falamos do desenvolvimento de teorias (aqui entendidas como algo que ainda não está provado mas que poderá vir a estar), não é necessária a realização de experiências:

Helena - Mas também podemos pensar, eu estava a pensar um bocado também na história da ciência, descobriu-se muito cedo (...) o movimento de rotação da Terra, mas naquela época nunca ninguém foi ao espaço para ver como é que era o seu movimento, como é que eles descobriram, através da matemática eles perceberam que o movimento nunca podia ser circular (...) e então perceberam que era uma elipse, e aqui houve experimentação? não houve, houve observação direta [faz uma cara de não sei] (...) e houve, ou não houve, desenvolvimento do conhecimento científico? E é uma coisa que dura até hoje.

João - Pois.

Carla - Sim.

(...)

Helena - Portanto o desenvolvimento do conhecimento científico nem sempre é possível experimentar, se for, se tiver uma experimentação, uma experiência, as pessoas acreditam mais facilmente pois aquele cientista experimentou, comprovou que, mas também existem conhecimentos que nós temos que nunca foram... portanto são estudos que vão evoluindo, com a ciência, vamos aumentando o nosso conhecimento, por isso é que as pessoas (...) acreditam mais facilmente quando se comprova alguma coisa. (S3).

Perante a associação do termo comprovar à realização de experiências e após um apelo explícito por parte da moderadora, a Helena, uma vez mais, considerou várias perspetivas, através da problematização das questões:

Investigadora - Quando se comprova, a minha questão é, vocês utilizam o comprovar, de alguma forma associado com a experiência, não é? Para vocês é a experiência que comprova?

João - Desde que tenha, desde que seja a reconstrução idêntica ou quase.

Helena - (...) eu sendo cientista, sendo astrónoma, tendo muitos conhecimentos, eu posso afirmar que aquela estrela morreu, mas não experimentei, observei, agora lá está, será que morreu mesmo? Morreu.

(...)

Investigadora - Como é que chegaram a essa conclusão?

João e Helena - Através da observação.

Carla - Não foram até às estrelas!

João - Também não devem ter conseguido criar um ambiente que, no laboratório.

(...)

João - Portanto, deve ter sido mesmo através da observação.

Helena - Pois lá está. E conseguem ou não conseguem comprovar? No entanto não há experiência.

João - Mas qualquer pessoa pode dizer, aí não, eu não acredito que ela tenha morrido.

(...)

Helena - Por isso eu acho que a nossa opinião, é que requerer não requer, mas quando existe.

João - Quando existe.

Investigadora - É mais.

Helena - E depende sempre muito do que se está a estudar, lá está, não é?

(...)

Investigadora - Porque é que dizes isso, porque é que depende do que se está a estudar?

Helena - Precisamente por causa disso, eu dou muito o exemplo da astronomia por ser algo que está tão longe de nós. (S3).

Outros exemplos foram ainda invocados pela participante, o que evidencia um forte compromisso em refletir as questões através de uma grande panóplia de perspetivas. Ao discutir a diferença entre uma experiência científica e uma investigação científica a Helena alarga os horizontes da análise, do contexto das ciências físico naturais, para um contexto mais amplo de ciência:

Helena - Até porque eu estava a pensar numa coisa, uma investigação científica pode nem ter a ver com biológicas, posso fazer uma investigação científica na área da história, não é? Aliás a nossa tese vai ser uma investigação científica. (S3).

As reflexões da Helena também se alicerçaram em raciocínios comparativos, ou seja, a partir da análise e comparação das investigações realizadas nos diferentes contextos reais de ciência, esta futura professora tentou fundamentar de forma mais consistente as suas conclusões:

Helena - Eu acho que a observação no caso da ciência tem várias finalidades, ahh, eu vou para o campo ver uma falha e dali tento perceber o que é que aconteceu, vou andar para trás, como dizia o Frederico, vou retroceder no tempo para perceber o que é que originou

aquela falha, aquela característica geológica, ou então, no caso, como é que se chama a cientista delas, Diana, vou observar para ver se realmente os mosquitos tiveram realmente a reação que eu esperava, portanto as observações são diferentes.

(...)

Helena - Talvez não, estes dois cientistas que certamente são muito competentes naquilo que fazem, estavam perante uma situação real, da natureza, mais real não podia, e em bruto, e claramente estavam a observar coisas diferentes, pois estavam a ter opiniões completamente diferentes, por isso se calhar observamos as coisas de maneira diferente.

(...)

Helena – Não [a observação não é despida dos referências teóricos], até porque nós não olhamos para uma falha geológica da mesma maneira que o Frederico olha. (S4).

Curiosamente, estas vivências entravam, parcialmente, em contradição com a sua visão do que é a ciência e como é que ela deve ser praticada. Após a explanação destas situações, e ao ser questionada sobre se gostaria que a observação fosse completamente objetiva, ou se é algo que gostaríamos que a ciência possuísse, ou que fazemos um esforço para que ela possua, o discurso da Helena voltou à sua perspetiva inicial:

(...) eu acho que, eu tenho ideia que os cientista de certa forma devem pensar assim, que a observação tem de ser neutra, por um lado, o cientista tem que saber para aquilo que está a olhar, ele tem esse conhecimento, essa sabedoria, ele está a olhar para uma coisa e sabe para o que é que está a ver, ahh, mas eu penso que tentam, ou deve tentar ser neutra, para que a sua interpretação não seja influenciada por nada que não tenha a ver com a ciência, ou, algo que esteja incorreto, eu acho que sim, que a observação deve ser neutra, se o é, em todos os casos, não sei... eu acho que sim, eles tentam arranjar recursos e instrumentos para ser o mais objetiva possível, portanto aí eu acho que sim. (S4).

Após este confronto, entre o que ouviu e observou e as suas crenças, a Helena regressou autonomamente às memórias da experiência no contexto real de ciência com o intuito de encontrar novas situações que sustentassem a sua argumentação:

Helena - Pois porque já era uma coisa com que nos tínhamos questionado aqui, e perguntei-lhe se ele não ia fazer outra vez, e eu penso que não porque já tinha feito outras vezes, e já tinha dados e já estava à espera do que ia acontecer, e ele na última sessão que nós tivemos ele disse que parte para as observações já com pré-conceitos.

(...)

Helena - Pois ele sabe muito daquilo que está a estudar e isso também, se calhar o facto de sabermos tanto se calhar influencia a nossa investigação e a nossa observação.

(...)

Helena - Pois isso também pode acontecer, mas lá está, aí temos que ser, temos que ter essa consciência, eu esperava uma coisa, mas na verdade dá outra, tenho agora que perceber.

(...)

Helena - Ele disse que sim, que o mais interessante é quando aconteciam erros, ou quando as observações se desviavam daquilo que ele estava à espera, que o engraçado era isso, era perceber o porquê.

(...)

Helena - Nada é neutro, mas se calhar hoje em dia os cientistas tentam que seja.

João - Mas não é! Pois é difícil que seja neutro, é muito difícil. (S4).

O envolvimento epistémico realizado pelo Frederico, em particular, sobre a existência de diferentes hipóteses para explicar determinados fenómenos geológicos e da consequente disputa de ideias na comunidade científica, foi igualmente o ponto de partida para que a Helena reapreciasse as suas visões relativamente a vários aspetos da NC. A reflexão foi sendo construída na interação, em especial, entre a Helena e a João, as duas participantes que colaboraram com esse investigador:

Helena - Não, tanto que ele publicou agora um artigo em que ele diz, nós achamos que...

João - Mas não sabemos se...

Investigadora - Então e porque é que nós achamos que, mas não sabemos que...

(...)

Helena - Porque ele referiu que foi refutada a ideia do cientista que percebe muito daquilo que diz precisamente o oposto, e ele disse aquilo com um ar mesmo engraçado, ele disse, nós publicámos uma coisa que é completamente o oposto de, do que até agora se aceitava.

(...)

Helena - (...). Ele está a afirmar que ali, ao pé de Sagres se está a formar uma coisa dessas [uma zona de subducção], mas que nunca se viu.

João - E que nem nunca se pensou nem nada...

Helena - Não quer dizer que dentro do nosso tempo...

(...)

Investigadora - Tu disseste, o editor acreditou, será que acreditou? Ou porque é que acreditou?

Helena - Já são inferências, isso deve ter a ver com a qualidade do próprio artigo.

João - Os dados que também já existem sobre o assunto.

Helena - Ele deve ter construído um artigo que realmente faz sentido, que podendo não ser verdade faz sentido, ao ler aquele artigo faz sentido que aquela hipótese seja colocada.

Investigadora - Ok, e o que é que é isso de fazer sentido?

Helena - Porque se pensa que sim.

João - Neste caso ninguém pode saber, não é?

Helena - E na outra que é completamente oposta, não é? Era no Gibraltar.

(...)

Helena - E porquê? Porque se lembraram de refutar, não é? Tinha aquela ideia, o cientista publicou qualquer coisa e alguém refutou e agora temos duas ideias diferentes da mesma

coisa, temos os mesmos dados, as mesmas evidências, mas cientistas com teorias diferentes.

(...)

Investigadora - Então será que tudo se resolve com o tempo? À medida que o tempo avança, ficamos cada vez mais próximos do certo? É isso?

Helena - Eu acho que sim, de certa forma, eu acho que sim.

(...)

Helena - Isto é muito complicado, até o Frederico disse que era muito complicado, ele próprio disse isso, isto é muito complicado, coisa e tal, mas ele gosta disso. (S5).

O entusiasmo da Helena, relativamente aos processos inerentes à publicação de artigos em revistas científicas, foi muito notório. Por exemplo, ao ler o resumo de um dos artigos publicados pelo Frederico e ao aperceber-se que o mesmo tinha sido alvo de um comentário e, posteriormente, de uma resposta ao comentário, a Helena não só revelou desconhecimento sobre este processo como também o seu maravilhamento com o mesmo:

Helena - As pessoas responderam a isto, com referências e tudo...

(...)

Helena - Que giro!

(...)

Helena - Mas ele depois respondeu a este comentário, mas está aqui! O comentário e a resposta...

(...)

Helena - A resposta ao comentário, lá está estes também não se deixaram ficar, é o comentário e a resposta ao comentário.

Investigadora - Uma construção, tinham noção disto?

Helena - Não.

(...)

Investigadora - A publicação já passa por revisores, pelo menos nas revistas que têm *referees*, não é? Aquelas mais importantes.

Helena - Que giro! (S5).

Noutras situações a Helena indicou, de forma clara, que não estava a conseguir compreender a discussão das colegas sobre as diferenças entre teorias e leis. Neste caso o seu papel foi, provavelmente, dificultado pelo facto de não ter encontrado exemplos do estágio que a pudessem ajudar a repensar sobre o assunto.

Helena - [muito baixinho] As leis não existem?

Investigadora - Existem, as leis de Newton não existem?

Helena - Existem.

Investigadora - E até dão muito jeito, dá para prever coisas.

Helena - Estou confusa!

Investigadora - Estás confusa?

Helena - Estou!

(...)

Helena - Então como é que uma lei surge? A lei surge quando sei que acontece uma coisa mas não a sei explicar? É isso? (S5).

Durante os seminários dedicados ao ensino e aprendizagem das ciências a valorização da NC foi muito audível no discurso da Helena. Na sua opinião, o ensino da NC “é perfeitamente possível, e mesmo no segundo ciclo também, então, eles já são mais velhinhos já têm outra noção das coisas” (SA). Apesar de inicialmente ter revelado dificuldade em indicar estratégias específicas para abordar estes tópicos, após a intervenção de uma colega, perspetivou o trabalho de grupo e a promoção do questionamento dos/as alunos/as como as estratégias mais relevantes para trabalhar a NC:

Helena - Não me lembro de nenhuma atividade que pudéssemos fazer...

Leonor - Só o facto de estarmos a fazer experiências, atividades práticas, estamos a ligar os miúdos àquilo que o cientista faz, não é? O facto de eles puderem contactar com alguns materiais.

Helena - O trabalho de grupo, por exemplo.

(...)

Helena - Eles estarem a questionar, como é que eles chegaram a essa conclusão. (SA).

Referiu ainda que uma abordagem explícita e histórica sobre a NC seria benéfica. Contudo, evidenciou algum receio relativamente à forma como, por exemplo, o carácter tentativo deverá ser explorado com os/as alunos/as, pois poder-se-ia cair no erro de veicular uma imagem pouco robusta da ciência:

Helena - Não é fazê-los acreditar que, eles dizem isto e amanhã é outra coisa, pois também se pode cair nesse erro.

João - Exatamente.

Leonor - De forma a que eles percebam que isto foi estudado todos os anos e que não houve alguém que caiu do céu e disse que era assim.

Investigadora - Pois, alguém dizia aqui, as evidências, da importância das evidências, mas que ao mesmo tempo.

Helena - Poder ser modificado. (SA).

Apesar de a Helena ter concordado com os vários constrangimentos associados à implementação de um ensino sobre a NC, que foram sendo invocados e descritos durante o seminário, as suas intervenções frequentemente sugeriam formas de os

superar ou relativizavam a sua importância. Por exemplo, após a João indicar que considerava que a NC tinha sido um aspeto pouco explorado na formação inicial de professores/as, a Helena imediatamente referiu: “mas agora com o contacto, até mesmo com os cientistas e tudo, temos outra ideia, de que realmente é importante os miúdos entenderem realmente o que é o trabalho de um cientista” (S_A). Relativamente aos condicionalismos impostos pelos/as cooperantes, e em particular o “excesso” de conteúdos com que os/as estagiários/as se deparam durante as práticas de ensino supervisionada, a Helena adotou, uma vez mais, uma “postura” positiva e proactiva: “temos é que saber pegar nos conteúdos e tentar passá-los de uma forma, como deve ser, como nós somos capazes” (S_A) ou “eu acho que no primeiro ciclo é diferente, enquanto estágio, enquanto estagiárias, dás a volta ao professor, pelo menos das experiências que eu tenho tido dá para dar a volta” (S_A).

Relativamente à definição das atividades investigativas a Helena começou por revelar algumas dificuldades em descrever se, alguma vez, já tinha efetuado alguma atividade dessa natureza. Por um lado, o facto de algumas atividades terem partido do interesse e curiosidade das crianças era visto pela Helena como um aspeto coincidente com as atividades investigativas mas, por outro lado, pelas tarefas se terem baseado apenas na pesquisa e tratamento de informação colocava-as como algo mais longínquo da investigação:

Investigadora - (...) já alguma vez desenvolveram trabalho investigativo com as vossas crianças?

[Silêncio]

Investigadora - Então?

Helena - Eu estou a tentar lembrar-me; eu fiz dos animais, mas foi uma investigação muito...

Carla - Mais pesquisa de informação?

Helena - Sim.

(...)

Helena - Eu estou-me a lembrar, eu disse que fiz com os animais, nós fizemos aquilo do que já sabemos e não sei o quê, e eles colocaram questões, por exemplo, porque é que os peixes respiram debaixo de água, e foram investigar sobre isso, é claro que a investigação foi leitura e tratamento da informação (...) partiu do questionamento, da curiosidade que eles tinham.

(S_B).

No entanto, durante o desenvolvimento da discussão, tornou-se evidente que a Helena foi reconstruindo a sua visão do conceito de ensino por investigação, conceção essa que passou a contemplar diferentes graus de abertura:

Leonor - (...) aquilo que eu estava a dizer era, se eu levar o problema, se for estanque, se aquilo que eles forem fazer der resposta aquilo que eu estou a pensar, provavelmente já não vai ser uma investigação.

João - Eu acho que é.

Helena - Eu também acho que é investigação na mesma.

(...)

Helena - Podes levantar o problema sem estares à espera da resposta concreta...

(...)

Helena - Mas será que eles não fazem investigação? Claro, muito condicionado.

(...)

Leonor - Por exemplo, se eu levar as plantas, e disser, eu quero germinar uma planta, estou a dar este exemplo porque é sempre o exemplo que a gente dá, quero germinar uma planta, em que condições é que pode germinar uma planta, se a dúvida surgir deles, como surgiu no nosso caso, provavelmente é uma investigação, agora se eu disser, pega lá numa plantinha e coloca-a no escuro, agora esta mete ao sol.

(...)

Leonor - Sim, agora observa o que é que vai acontecer.

Helena - Eu acho que é investigação na mesma.

(...)

Helena - Eu acho é que há vários tipos de investigação. (S_B).

A capacidade dos/as alunos/as para desenvolverem competências investigativas esteve muito presente no discurso desta participante. Inúmeras vezes referiu que os/as alunos/as, independentemente do ano, conseguem desenvolver estas capacidades: “porque eles conseguem (...) de investigação e até quanto mais cedo melhor” (S_A).

Helena - Não [é difícil implementar atividades investigativas], depende dos contextos... eu estou a pensar na minha turma do 5º ano do semestre passado, era perfeitamente possível, perfeitamente... e os miúdos não tinham assim grande preparação ou hábito de trabalho de laboratório, o que tinham era só desde o início do ano letivo, vá, eu acho que dava...

(...)

Leonor - Vais ali para o bairro da Boavista, e chego lá com aquilo, a primeira coisa que eles fazem é atirar-te aquilo à cara.

Helena - Se calhar não... e a curiosidade é intrínseca a todas as crianças do mundo (...). Mas mesmo que seja o pior contexto do mundo e se eles tiverem curiosidade do que vai acontecer ao ovo ou à banana eles não vão... tinhas que primeiro estipular regras, mas isso já são questões que tens que considerar, mas agora acho que é perfeitamente possível fazer uma atividade destas. (S_B).

Apesar de se identificar com um ensino por investigação, a Helena também identificou e descreveu alguns constrangimentos, em particular associados ao processo de avaliação decorrente da formação inicial de professores/as, bem como à inexperiência

que ainda sentia em termos de lecionação. Por essa razão, considerou que as planificações de natureza mais fechada, acabavam por ser um recurso necessário para minimizar essas dificuldades:

Investigadora - E não podiam pensar numa atividade deste estilo, propor uma atividade deste estilo, não se sentiam bem?

Helena - Até que sim, bem, vamos lá ver, se fosse a professora xx a avaliar...

[Risos]

Helena - Sim! (...) nós estamos numa situação muito ingrata, de, estamos em avaliação, e às vezes temos medo de arriscar de mais... e somos muito pressionados pelos professores cooperantes... mas eu concordo com esse tipo de abordagem didática.

(...)

Helena - (...) nós somos muito inexperientes e isso condiciona-nos, nós temos receios dessas coisas, que depois a turma entre para ali em, e já não conseguimos agarrar os miúdos, acho que tem a ver muito com a nossa inexperiência, talvez, estes medos, medos nossos.

(...)

Helena - Lá está, porque nós temos ainda muita necessidade de termos as coisas muito bem planeadas e preparadas para ter a certeza que vai correr bem. (S_B).

A curta duração das práticas de ensino supervisionado foi igualmente um obstáculo mencionado pela Helena. Na sua opinião, alguns dos projetos visualizados durante o seminário, apesar de relevantes, constituíam uma miragem, uma vez que “não há tempo para isto, quando estamos a estagiar” (S_B). Concluiu indicando que “a situação é muito ingrata para essas coisas, enquanto professora a minha atitude vai ser completamente diferente” (S_B).

A avaliação global do Programa

Globalmente, a Helena revelou um elevado nível de satisfação relativamente ao programa tendo explicitado que o sentimento era idêntico quer para os contextos reais de ciência quer para os seminários:

(...) gostei de tudo, até ficámos todas tristes quando os seminários aqui acabaram, os seminários então foram muito interessantes, porque o contacto com os cientistas estávamos a observar e participávamos de alguma forma, mas os seminários, discutíamos realmente sobre aquilo que se ia passando, o papel do cientista, todas essas questões que ia colocando ao longo dos seminários, fez-nos pensar imenso, ahh, e a discussão umas com as outras e consigo, eu gostei muito, mesmo, as minhas emoções foram ótimas. (Ef).

Segundo a Helena, as suas expectativas não só foram alcançadas, como foram superadas. Entre os motivos que contribuíram para esse sentimento a Helena deu relevo à componente do estágio em contexto real de ciência e, em particular ao investigador com quem teve a oportunidade de colaborar: “lá está a parte do cientista foi realmente muito importante, acho que tivemos a sorte de ficar com cientistas muito abertos à nossa presença, principalmente o professor Frederico, espetacular” (Ef). Portanto, mais uma vez, as características pessoais e profissionais do investigador foram enfatizadas. Os seminários também foram valorizados, uma vez que constituíram um complemento importante: “os seminários aqui foram como, iam fechando o ciclo, íamos falando de vários temas e iam fechando” (Ef). Destacou ainda que “muitas vezes não chegávamos a uma conclusão, mas acho que isso é que é interessante e nem estava à espera que os seminários fossem assim tão, tanta discussão, tanta reflexão, portanto eu acho que foi ótimo” (Ef).

Relativamente às aprendizagens decorrentes do seu envolvimento no programa, a Helena considerou que o aumento de conhecimento científico, na área da Geologia, não foi o aspeto mais relevante do estágio. Na sua opinião, esta aprendizagem ficou, necessariamente comprometida devido à sua fraca preparação científica:

(...) conhecimento científico, como aquilo era tão complexo ahh, aprendi algumas coisas mas quer dizer, era tudo tão complexo e tínhamos tantas falhas para trás, ao ponto que eles estavam, que não lhe posso dizer que fiquei assim a aprender imenso, ao nível dos conteúdos que ali se estavam a falar. (Ef).

No entanto, referiu que o grande *output* da sua participação estava relacionado com a sua postura face à ciência e, conseqüentemente, com as práticas pedagógicas que pretendia vir a implementar nas suas aulas. Na sua opinião, o facto de ter tido a oportunidade de ir para um local onde estava patente uma relação professor-aluno (entre o Frederico e os estudantes de Geologia) foi um aspeto muito significativo do programa:

(...) mas relativamente à minha postura, talvez, perante a ciência, e perante os miúdos, as aulas, eu acho que sim, que é muito diferente, mesmo assistir às discussões entre eles, às interações entre eles, pois ali eu também estava a assistir a um professor com alunos, e nesse aspeto acho que foi muito enriquecedor para mim, e transpor para as aulas aquelas discussões, não ter medo de não ter resposta, de desafiá-los, pois o professor também no momento não sabe tudo, ou é apanhado desprevenido com uma coisa que não tinha pensado e não sabe responder e o professor não deve ter medo disso. (Ef).

Para além deste aspeto, o papel que o cientista desempenhou no estágio, em particular as discussões de carácter didático-pedagógicas que promoveu, também contribuíram para alterar a sua postura face à ciência:

(...) alertou-nos para o facto de nem sempre os professores explicarem da melhor forma, não levam os melhores exemplos, ele às vezes dizia para termos cuidado com isso, a questão da experiência do vulcão, de ver aquilo a sair, ele dizia, eles não ficam a saber nada... ele alertou para isso, isto aqui é muito giro mas não mostra como é que acontece, e de facto é verdade, é muito engraçado ver a lava a sair do vulcão mas não se percebe o porquê, porque é que acontece lá por dentro. (Ef).

Quando questionada sobre o aspeto mais relevante do programa, a Helena não teve dúvidas, afirmando que se prendia com as aprendizagens relacionadas com o trabalho dos/as cientistas:

(...) que a ciência não se faz isoladamente, que os cientistas não estão sozinhos, cada um a trabalhar para si, eu acho que sim, que o que mais me marcou foi, não foi só esse aspeto, foi o realmente ver o que é que um cientista faz. (Ef).

Conceções após o programa Ciência ao Vivo

Conceções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Para a Helena, o programa Ciência ao Vivo constituiu um marco importante para a escolha do tema do seu relatório de prática de ensino supervisionada, nomeadamente, a aprendizagem a partir de problemas e o desenvolvimento de atividades de cariz mais investigativo:

(...) eu vou tentar que eles percebam o que é que é uma investigação... pois desenvolve uma data de competências nos meninos, não é só o ler e fazer uma cópia, eles estão a investigar, eles estão a perceber como é que se faz a recolha de dados, vão perceber como é que se faz o tratamento da recolha de dados, vão perceber a que respostas é que chegamos, se chegamos ou não, se ficamos ainda com mais questões, todo esse processo, eu acho que é importante, eles ficam a perceber como (...) é que se faz ciência, e é isso, da minha parte que eu vou tentar que aconteça, que haja esse paralelismo com a ciência, que eles percebam o trabalho de um cientista. (Ef).

Para além de realçar os benefícios deste tipo de metodologia para a motivação dos/as alunos/as, passou também a evidenciar o efeito motivador no/a professor/a: “porque

primeiro é muito mais motivante, muito mais motivante para os miúdos, para os miúdos e não só, para nós também é mais motivante” (Ef). A outra razão invocada pela participante, para justificar a vontade de implementar um ensino mais investigativo, está intimamente relacionada com o paralelismo que a Helena realizou entre esta abordagem e a metodologia adotada pelos/as cientistas, bem como, pela visão que construiu sobre o que é a ciência:

Depois porque talvez se aproxime mais ao trabalho do cientista, o que é que é a ciência, é o problematizar, é o tentar descobrir, de uma forma ou de outra, parte-se de uma questão e tenta-se chegar a uma resposta, e utilizar essa metodologia no ensino acho que é interessante e é enriquecedor para eles (...), que a ciência não é estanque, pode-se problematizar, pode-se questionar, e será que é mesmo assim, será que não é, perceberem que a ciência não é certa, que não há respostas, o que hoje é uma coisa se calhar daqui a dez anos é outra. (Ef).

Também nos incidentes críticos finais, as estratégias invocadas pela Helena evidenciaram diferentes aspetos essenciais de um ensino por investigação. Em particular passou a ser mais visível o envolvimento dos/as alunos/as na recolha de dados e no seu tratamento com vista à resolução de uma questão-problema:

(...) parte-se da questão problema e vamos, ah, recolher os dados, que neste caso é a temperatura, e no fim analisávamos e chegávamos à conclusão, será que é diferente, será que não é muito diferente, se não desse para fazer isso, via-se no *site* da meteorologia, a temperatura do mar, e fazia-se esse controlo pelo computador, pela internet e depois mais uma vez tratavam-se os dados. (IC1f).

(...) aqui um aluno diz que os meteorologistas andam a fazer as medições com pouco cuidado, então vamos fazer nós, e via a que conclusões é que eles chegavam. (IC4f).

A valorização da comunicação dos/as alunos/as, um aspeto já presente no discurso inicial da Helena, continuou amplamente visível quer na entrevista quer nas estratégias decorrentes dos incidentes críticos:

Partilhávamos as ideias, naturalmente não é, confrontavam-se as ideias umas com as outras, e tentávamos chegar a uma conclusão mas se não chegássemos também não tinha mal... porque acho também que o professor estar a dizer, acho que aquele grupo é que tem razão, acho que o professor pode dizer, acho que aqueles argumentos se calhar estão um bocadinho melhores... eu acho que ia depender muito do que os miúdos iam encontrar. (IC3f).

A Helena frisou ainda que o programa teve um impacto importante para perder o medo, em particular, no âmbito das planificações das aulas, no sentido de as tornar mais abertas, ou seja, mais centradas nos/as alunos/as:

Deixou-me mais à vontade para não ter tanto medo... mas lá está este contacto com a ciência e do que é realmente a ciência, fez-me perder o medo, eu não sei se me fez perder o medo, mas fez-me ter a curiosidade e se calhar a coragem de arriscar um pouco mais... e mesmo na questão da implementação de projetos, não ter medo, não levar tudo tão estruturado, vamos fazer um projeto sobre isto, quero que o produto final seja aquilo, vamos trabalhar para isto, não é? O deixar mais em aberto o trabalho, não esquecer, claro, as questões do currículo ou do programa que temos que trabalhar mas trabalhando essas coisas, que seja mais, que seja mais como as crianças querem e como gostam de trabalhar, que sejam elas a descobrir formas de trabalhar essas questões, como é que vamos descobrir porque é que os pássaros voam, se eles têm que perceber a locomoção dos animais, como é que vamos perceber, que sejam eles a decidir isso, e o professor não ter medo do que possa sair dali. (Ef).

É importante mencionar que a Helena, para além de se identificar com um ensino mais investigativo, também demonstrou uma atitude muito positiva face à sua exequibilidade nas salas de aula, tal como se verificou ao longo dos seminários. Em grande medida este sentimento estava associado às capacidades que a participante reconhecia que os/as alunos/as possuem.

Quando questionada a explicitar as competências que devem ser valorizadas no EM a Helena mencionou as competências processuais, de raciocínio e de comunicação mas não fez referência às competências no domínio do conhecimento epistemológico. No entanto, as propostas didáticas construídas a partir das situações críticas finais, sugerem a abordagem explícita de três aspetos da NC, nomeadamente, o carácter ensaístico, as influências culturais e sociais e a diferença entre as observações e as inferências:

(...) será que se formos nós a medir com cuidado, as previsões saem bem feitas? Se não saírem, então porque é que não? Porque é que as nossas previsões, tal como as dos cientistas, nem sempre são corretas? E depois a partir daí também tentar o perceber a razão. (IC4f).

(...) lá está, isto é se a ciência é universal ou não! Eu não sei se aqui se através de uma conversa ou isso, se não tentava que eles percebessem que o cientista é como outra pessoa, e que apesar de ele ter a sua profissão de ser cientista, de fazer investigação, ele também é uma pessoa que tem crenças e que tem gostos e tem vida pessoal para além do trabalho, ahh, mas que se calhar tentam não se deixar influenciar, não sei se uma conversa só (...) que o cientista é uma pessoa como nós e que também tem as suas ideias, as suas crenças, mas que, lá está, no seu trabalho, tentam ser imparciais. (IC5f).

(...) o objetivo seria que eles compreendessem que a ciência evolui, que não é uma coisa estanque, daí que neste exemplo, dos reinos e dos níveis de classificação vão sendo

alterados ao longo, neste caso dos séculos, e eles tentarem perceber porque é que isso acontece, e iam chegar a diversas conclusões (...) não é só ficarem a saber que a ciência evolui, mas o perceberem porque é que isso acontece, arranjar uma forma qualquer para que eles percebessem isso, e porque é que isso acontece, agora. (IC6f).

Importa referir que, nalgumas situações, a Helena conseguiu indicar qual o objetivo que pretendia atingir perante um determinado incidente crítico, contudo, revelou dificuldade em descrever de forma detalhada a estratégia mais adequada para atingir o referido objetivo.

(...) lá está, fazer não sei, se calhar começava, lá está, por uma conversa, se bem que, lá está, as conversas também valem o que valem, não sei, para uns fica, para outros não, mas se calhar começava por aí (IC6f).

Conceções sobre a ciência

Após o programa Ciência ao Vivo, o carácter ensaístico do conhecimento científico passou a ser, para a Helena, uma característica fundamental da ciência e perspectivada de forma mais concordante com a literatura. Ao ser confrontada com a resposta inicialmente dada à questão “O que é para ti a ciência”, a Helena despromoveu a exatidão e passou a realçar as controvérsias inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico:

(...) pois eu aqui nestas respostas falo muito nas respostas exatas, e nas ciências exatas, se calhar era isso que eu mudava aqui, o que é que é para mim a ciência, se calhar hoje não diria... que procura respostas exatas, diria que tenta encontrar a resposta mais próxima (...) mas a própria comunidade científica sabe que nada é exato, por isso é que se está sempre a analisar e a descobrir, depois uns pegam nas ideias dos outros para refutar (...), eu tenho argumentos que me dizem que é, que é aquilo, que determinada coisa é assim, mas outra pessoa pode ter outros argumentos para dizer que é ao contrário, ou outra coisa diferente. (Q3).

Relativamente às leis, a Helena indicou que “[uma lei de Newton] acontece assim devido às condições que temos aqui, por causa da gravidade” (Q3), fazendo por isso alusão aos limites de aplicabilidade das leis.

Para a Helena, as discussões promovidas nos seminários contribuíram para a construção deste novo olhar sobre a ciência pois “vieram complementar aquilo que nós íamos conversando e observando com o Frederico (...) até porque estávamos em

confronto umas com as outras” (Q3). Relativamente ao estágio a Helena identificou o seguinte episódio como o mais marcante para as mudanças nas suas concepções:

Ele [Frederico] dizia que (...) tinha sido formado de uma determinada maneira, e outro [cientista] dizia que era uma coisa completamente diferente, e no entanto estamos a falar de duas pessoas que fazem ciência há muito tempo e que estavam a olhar para a mesma coisa de formas diferentes. (Q3).

Este episódio, ao evidenciar o papel da discussão e da subjetividade na construção do conhecimento científico, revelou-se um incidente crítico a partir do qual várias análises, reflexões e reconceptualizações foram alicerçadas. Para além disso, é um episódio para o qual confluem várias dimensões da NC, ilustrando a sua interdependência.

Após o fim do programa a Helena demonstrou capacidade em reconhecer a subjetividade no desenvolvimento do conhecimento científico o que resulta, em grande medida, de uma visão muito mais informada e humanizada da ciência:

(...) se calhar pela formação de cada um, os cientistas são pessoas, todos nós somos diferentes, e as concepções que eles vão criando ao longo da profissão, dos estudos deles, ao longo da carreira, faz com que considerem mais umas hipóteses em detrimento de outras, e talvez seja por isso, eu tenho os mesmos dados mas eu acho que não é assim, não foi assim que aconteceu, ou está para acontecer. (Q3).

Importa ainda referir que a Helena convocou, em vários momentos, episódios vivenciados no estágio para justificar o seu reposicionamento relativamente às respostas inicialmente dadas no Q1. Por exemplo, para justificar a existência de diferentes hipóteses relativamente à extinção dos dinossáurios, a Helena rapidamente estabeleceu o seguinte paralelismo:

Helena - Porque eram conclusões opostas, o Frederico acha que se está a formar uma zona de subdução e o outro dizia que não, que estava mais do que parado, e que era uma coisa de arrastamento, eram coisas completamente opostas... e talvez tenha a ver mesmo com as experiências que eles vão tendo ao longo da formação enquanto cientistas, componente pessoal de cada um, faz com que eles, talvez, defendam mais umas coisas do que outras, digo eu.

Investigadora - E mais uma vez foi o Frederico?

Helena - Sim, vou lembrar-me dele para sempre.

Investigadora - Mas ambas as explicações estão suportadas nos mesmos dados?

Helena - Sim, nas mesmas observações, nas mesmas coisas. (Q3).

No final do programa, a Helena passou a enfatizar ainda mais a importância da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico. O estágio e os seminários foram determinantes para o reforço desta ideia:

(...) nisso o Frederico transmitiu muito essa ideia, quem pensa coisas que mais ninguém pensa, é criativo a esse ponto, quem é imaginativo a esse ponto, é que realmente põe a ciência a mexer, ahh, portanto sim, e o contacto com ele, fez-me, contribuiu para isso, e a conversa que também tivemos sobre isso aqui. (Q3).

Relativamente às influências culturais e sociais na construção do conhecimento científico as visões da Helena evoluíram de ingênuas para limitadas, pois passou a reconhecer que a ciência não é uma atividade autónoma, em virtude das discussões sobre o financiamento da ciência ocorridas nos seminários e no local de estágio. No entanto, para a Helena, as influências eram ainda mais notórias em “o que se estuda” e não tanto em “como se estuda”:

lembro-me desta questão económica, e de que realmente a ciência não está acima disto mas devia, lá está, não se faz ciência sem dinheiro, é preciso financiamento e só se financia o que se acha que dá lucro (...) se calhar só se pode fazer os estudos para os quais somos financiados contudo, publicamos os resultados mesmo que não sejam de acordo com quem nos está a financiar (...) portanto nesse caso será universal, ou melhor, não se deixa influenciar... as respostas e os resultados não são influenciados ou deturpados pelo facto de estarem a ser financiados. (Q3).

O discurso da Helena, no final do programa, passou a evidenciar uma visão informada sobre a diferença entre as leis e as teorias pois: i) o grau de (in)certeza deixou de ser perspectivado como o elemento diferenciador entre estes dois constructos da ciência; ii) os dois constructos começaram a ser perspectivados como conhecimentos distintos e sem qualquer tipo de relação hierárquica (“uma teoria procura explicar um possível fenómeno, como é que ele poderá ter acontecido, enquanto que uma lei é algo que nos diz que determinada coisa vai acontecer daquela forma” (Q3)). Na opinião desta participante foram as discussões promovidas nos seminários que contribuíram para estes esclarecimentos uma vez que “com o Frederico não falámos muito sobre estas questões” (Q3). Esta referência é pertinente pois poderá ser um indício sobre as características da ciência que se tornam menos visíveis em determinados contextos reais de ciências.

A Helena passou igualmente a revelar visões informadas sobre a natureza empírica do conhecimento científico. As respostas dadas ao longo de todo o questionário revelaram que, na opinião desta participante, embora o conhecimento científico derive de

observações, estas não são isentas de valores e referenciais teóricos. De acordo com a Helena foram os seminários e o estágio os principais fatores que contribuíram para a mudança de opinião.

Quanto à forma como as investigações científicas se processam, foram identificadas mudanças nas concepções da Helena uma vez que, após o programa, passou a reconhecer que o desenvolvimento do conhecimento científico pode ocorrer através de métodos não experimentais. Segundo a participante, esta mudança resultou por um lado dos conhecimentos que foi adquirindo no estágio e, por outro, da partilha de experiências nos seminários:

Helena - (...) fiquei a saber pelo Frederico, como é, ele é um cientista análogo, e depois há os estruturais (...) que não fazem experiências, eles não fazem experimentação, e lá está, ele publica, aliás o Frederico estava a tentar refutar um artigo desse cientista que não fez experimentação (...) se calhar hoje a minha resposta seria não, se o desenvolvimento do conhecimento científico requer sempre experimentação, temos esse cientista, e como ele devemos ter vários, porque é mesmo uma metodologia de trabalho.

(...)

Helena - (...) No caso da Andreia ela não estava a fazer uma experiência, ela estava a fazer um estudo e estava sim a contribuir para o conhecimento científico, por isso é que aqui hoje a minha resposta seria diferente, exatamente por essa questão, no caso da Andreia que a cientista dela não estava a fazer experimentação, mas estava a desenvolver conhecimento científico. (Q3).

Importa ainda mencionar que segundo a Helena, as experiências investigativas em contexto real de ciência foram relevantes para a redefinição da imagem dos/as cientistas e do trabalho que desenvolvem. Embora nunca tivesse pensado que os/as cientistas trabalhassem sozinhos/as, o espírito colaborativo inerente à investigação onde teve a oportunidade de colaborar, foi um aspeto que a surpreendeu, positivamente:

Eu não achava propriamente que eles estavam isolados, que não falavam com ninguém... mas ... talvez a abertura que eles têm, no caso do Frederico tinha, ele estar a desenvolver este estudo com estudantes, estar a requisitar a ajuda de estudantes, e aquela partilha, alguém passava pelo laboratório e ele convidava a entrar, o que é que achas e não sei o quê, discutia (...) e ele falou muito também de estudos que ele está, pronto, ele está sempre envolvido em vários artigos, e todos esses artigos também são sempre com outra pessoa, nunca são, são raros os que são só ele, portanto se calhar talvez nessa questão dessa abertura e desse trabalho de equipa... percebi que realmente há toda, é uma comunidade, que trabalham muito em conjunto... e essa visão ficou mais clara em mim, no trabalho deles. (Q3).

A participante também expressou, em diferentes momentos, a sua admiração relativamente à personalidade do investigador, indicando que “estava à espera de encontrar uma pessoa muito mais séria” (Ef). O contraste entre as características que associava a um/a cientista, e a personalidade do Frederico, fez com que a Helena desenvolvesse uma visão mais humanizada dos/as cientistas, passando a reconhecer que podem ser pessoas simpáticas, alegres e com sentido de humor: “assim em termos... da personalidade dos cientistas... ele [o Frederico] era uma pessoa super à vontade, sempre a rir, com piadas, isso também mudou a minha percepção” (Q3).

Contudo, esta nova conceção acerca dos/as cientistas e das suas características pessoais não se baseou apenas no contacto estabelecido com o Frederico. As relações promovidas com outros/as investigadores/as permitiram à Helena compreender que a personalidade do Frederico não era única entre os/as cientistas: “ao nível da personalidade é que sim, surpreendeu-me muito, e eram todos assim, não era só o caso do Frederico” (S_A).

Para além disto, a Helena considerou importante aperceber-se que alguns destes cientistas apresentavam preocupações genuínas relativamente à educação em ciências e à visão e às atitudes que os/as alunos/as desenvolvem relativamente à ciência:

(...) notava-se muito a preocupação que o Frederico tinha em que nós compreendêssemos tudo o que ali se estava a passar para que nós pudéssemos explicar aos alunos, e perdia tempo a explicar-nos... Eles preocupam-se, pelo menos o Frederico, com a imagem que os alunos têm da ciência. (S_A).

Porém, algumas das ideias iniciais da Helena acerca dos/as cientistas, em particular, no que diz respeito ao trabalho que precisam desenvolver e ao conhecimento que é necessário ter, foram reforçadas com o seu envolvimento no programa:

(...) mas uma ideia que eu tinha e realmente comprovei é aquela questão, que até os miúdos falavam, de eles terem que trabalhar muito e saber muito, pois de facto é..., nós vimos com o Frederico, ele é um homem novo, e já sabe tanto, já fez tanta coisa, já publicou tantos artigos, já experimentou, já fez tantas experiências, é realmente uma profissão muito... (S_A).

Do pensamento à ação...

Descrição das práticas pedagógicas

A Helena desenvolveu a prática de ensino supervisionada numa turma do 1º ano do 1º CEB, de uma escola da área da grande Lisboa. Após a observação do contexto de estágio a Helena decidiu trabalhar a área de EM, mais concretamente o bloco “À Descoberta do Ambiente Natural, os seres vivos do seu ambiente”, através de um projeto sobre os animais do recreio. Apesar de não reconhecer grande abertura por parte da cooperante para a realização deste projeto, a sua vontade e insistência foram determinantes para a consecução do mesmo. Mobilizando informação sobre o Projeto Educativo de Escola, nomeadamente, o envolvimento da instituição num projeto intitulado “Respeitar os animais”, a Helena conseguiu justificar a pertinência do seu projeto junto da cooperante, argumentando que o mesmo permitiria dar continuidade a algumas atividades já desenvolvidas ao nível da escola. No entanto, apesar da continuidade temática, a Helena pretendia adotar uma metodologia diferente:

(...) lá está, podia pegar no projeto dos animais e olha vamos todos ler sobre isto, mas não, quis fazer algo diferente, que fosse mais próximo deles, como por exemplo o recreio e a partir daí, fazer com que sejam eles a dizer o que é que querem aprender. (NC).

Na opinião desta participante, o facto de serem alunos/as do 1º ano do 1º CEB não impediria esta abertura na orientação do projeto, pois para a Helena os/as alunos/as tinham capacidade para desenvolverem atividades de forma autónoma. A valorização da voz dos/as alunos/as é igualmente evidente nas descrições das atividades presentes nas planificações desta participante:

A professora promove uma discussão acerca de (...).

Dá tempo e espaço à palavra dos alunos pois, pretende-se que sejam os mesmos a decidir a solução (...).

Após as conclusões do grande grupo, procede-se à implementação (...).

Nota: no caso de os alunos não sugerirem nenhuma solução viável, a mestrande traz consigo algodão e cápsulas de café para montagem de um sistema de fornecimento de água. (Plf).

A análise dos objetivos de aprendizagem formulados pela Helena revelou que esta futura professora pretendia desenvolver, no decorrer do projeto, diferentes competências em domínios distintos: conhecimento (substantivo, processual e sobre a NC); raciocínio; atitudes; e comunicação. Apesar desta diversidade, o grande foco correspondia ao domínio do conhecimento processual e do raciocínio, enquanto o

conhecimento sobre a NC foi o aspeto menos valorizado. A título exemplificativo apresentam-se os objetivos de uma sessão planeada pela participante:

- Registrar dados relevantes, relativamente a fenómenos observados
- Distinguir observação de inferência
- Construir inferências a partir da informação contida num documento
- Prever um fenómeno com base em experiências anteriores ou dados da observação
- Testar uma previsão
- Indicar como proceder para controlar variáveis
- Interpretar resultados, formulando conclusões
- Analisar, criticamente, resultados e procedimentos. (Plf).

O projeto foi desenvolvido durante um mês e ao longo de doze sessões. A Tabela 17 sintetiza as diferentes sessões realizadas pela Helena no âmbito do projeto “Os animais do recreio”.

Tabela 17

Sessões de Estudo do Meio dinamizadas pela Helena no âmbito da PES

Sessão	Descrição
1ª	A biodiversidade no recreio da escola. Que seres vivos encontramos no recreio?
2ª	Exploração do recreio.
3ª	Escolha do animal a ser trabalhado por cada grupo e identificação das questões-problema por cada grupo.
4ª	Montagem dos terrários (nova recolha dos animais do recreio e terra).
5ª	Montagem de um sistema de fornecimento de água. Porque alguns animais estão a morrer se têm comida? O que é que os animais precisam para sobreviverem?
6ª	Início das pesquisas bibliográficas.
7ª	Porque vários bichos-de-conta estão a morrer? Que tipo de ambiente preferem os nossos animais? Húmido ou seco?
8ª	Continuação das pesquisas bibliográficas. Porque já não existem formigas no terrário?
9ª	Continuação das pesquisas bibliográficas. Porque morreram todos os percevejos-das-plantas?
10ª	Continuação das pesquisas bibliográficas. Preparação das apresentações. Porque não encontrámos percevejo das plantas no recreio na sessão anterior e hoje encontrámos?
11ª	Preparação das apresentações de cada grupo.
12ª	Apresentações.

Para dar início ao projeto a Helena optou por colocar a seguinte questão: “Que seres vivos encontramos no recreio?”. Através de uma discussão, em grande grupo, fez o levantamento dos conhecimentos prévios dos/as alunos/as sobre a temática e, de seguida, solicitou a formulação de questões sobre os animais, bem como a identificação de estratégias para dar resposta às mesmas. Fruto desta discussão foi construída, no quadro, a Tabela 18.

Tabela 18

Ideias expressas pelos/as alunos/as sobre o desenvolvimento do projeto

O que queremos saber	Como vamos saber
Como nascem?	Pesquisar na internet
O que comem?	Recolher animais do recreio
Como vivem?	Utilizar a biblioteca
O que fazem?	
Como se deslocam?	

Dado que uma das sugestões dos/as alunos/as foi a recolha de animais do recreio, a segunda sessão foi reservada para esse fim. No início dessa sessão, aquando da revisão da aula anterior, foi possível verificar que o tópico em estudo era motivador e significativo, dado que os/as alunos/as continuavam a partilhar ideias fruto de vivências não formais e de pesquisas que entretanto tinham efetuado em livros. Para além da temática, a própria metodologia adotada pela Helena contribuiu para essa motivação, nomeadamente a possibilidade de saírem da sala e investigarem o recreio. Essa satisfação foi notória, quer no rosto das crianças, quer no discurso oral. Por exemplo, um dos alunos chega mesmo a questionar a Helena “Mas vamos mesmo lá fora? [para o recreio]” (NC), quando toma consciência que a saída está iminente.

O planeamento da recolha dos dados, nomeadamente a escolha dos locais de observação e recolha dos animais, foi um processo muito participado em que a Helena assumiu um papel de orientadora, colocando questões, solicitando opiniões e ideias, favorecendo quer a comunicação com os/as alunos/as, quer entre os/as alunos/as. As questões formuladas pela Helena foram, em muitas situações, questões abertas que possibilitavam raciocínios divergentes. Por exemplo, colocava questões/problemas para os quais podia existir mais do que uma resposta correta:

Helena - Nós tínhamos falado que podíamos ver todos os animais do recreio; como vamos fazer isso? Quero ideias; cabeças a pensar; como vamos investigar os animais que temos no recreio?

Aluno/a - Lupa.

Aluno/a - Não.

Helena - Porquê?

Aluno/a - Porque pode cair e queimar quando está sol!

Helena - Como vamos continuar o projeto?

Aluno/a - Indo ao campo da escola porque há lá imensos bichos.

Helena - Será que só podemos ir ao campo da escola? (NC).

Durante este período a Helena colocou uma planta da escola no quadro. À medida que a escolha dos locais do recreio ia sendo realizada, os/as alunos/as iam assinalando na planta. Esta estratégia foi selecionada pois, na opinião desta participante, a metodologia de trabalho de projeto permite trabalhar outras áreas do conhecimento de forma integrada. Por exemplo, para esta sessão a Helena definiu os seguintes objetivos: “Reconhecer os diferentes espaços da escola, nomeadamente o recreio e respetivas características” (Plf) e “Localizar espaços em relação a um ponto de referência, nomeadamente o recreio” (Plf).

Importa ainda mencionar que a Helena encorajou os/as alunos/as a encontrarem outras estratégias para resolver(m) o(s) problema(s) e, posteriormente, promoveu a sua avaliação. Esta avaliação foi feita com os/as alunos/as, durante o decorrer de toda a sessão.

Helena - Vamos assinalar. D. anda cá.

[o/a aluno/a indica]

Helena - Concordam? Será que há mais espaços?

Aluno/a - Sim!

[O/a aluno/a indica em frente ao portão]

Aluno/a - No refeitório há uma parte que é quadrada e que tem lá uns seres!

Helena - Então, agora já temos muitos espaços selecionados, e o que eu agora gostava, o que temos que fazer?

Aluno/a - Ir lá para ver os animais!

Helena - Quem concorda com o F.? (NC).

Apesar das sugestões dos/as alunos/as terem sido contempladas, no decorrer da sessão, a Helena também apresentou alguns materiais que poderiam ser úteis durante a recolha dos animais, nomeadamente um caça-bichos e caixas de *Petri*. Na opinião desta participante seria útil os/as alunos/as terem contacto com outros instrumentos

(ainda que de fácil aquisição) e que aprendessem a “Manusear objetos na recolha de seres vivos do espaço do recreio” (Plf).

A revisão e o planeamento da recolha dos animais do recreio foi mais morosa do que inicialmente a Helena tinha previsto. Quando a participante verificou que nem todas as atividades planeadas tinham sido realizadas, durante o tempo destinado para o projeto, colocou a seguinte questão: “você gostavam de continuar hoje, no apoio ao estudo?”. O sim, em uníssono, foi mais uma evidência da motivação que contagiava os/as alunos/as.

Durante o intervalo a Helena procedeu à organização da sala. Juntou várias mesas de forma a construir quatro zonas de trabalho, referente aos quatro grupos que tinham sido criados, disposição essa que permaneceu nas restantes sessões do projeto. Para além de considerar que esta era a disposição mais adequada para se trabalhar ciência, a Helena também pretendia desenvolver nos/as alunos/as o sentido de cooperação. Aliás, essa foi uma das grandes intencionalidades do seu projeto pois verificou, na semana de observação, que os/as alunos/as trabalhavam essencialmente de forma individual.

A recolha dos animais foi, tal como expectável, um momento de grande alegria para as crianças. Quando regressaram à sala os/as alunos/as, em pequeno grupo, procederam à identificação, contagem e registo dos animais recolhidos numa folha previamente fornecida pela Helena. A sessão terminou com a devolução dos animais à natureza.

No início da terceira sessão do projeto cada grupo partilhou com os restantes o nome dos animais que tinham encontrado. À semelhança do que já tinha acontecido na primeira sessão, a Helena reservou um momento para que os/as alunos/as formassem questões que os guiassem durante a investigação. No entanto, nesta fase, as questões deveriam ter um enfoque maior, uma vez que deviam circunscrever-se apenas a uma das várias espécies recolhidas no recreio:

Helena - Já está aqui o D. a questionar-se, lembrem-se logo na primeira conversa eu perguntei o que é que vocês queriam aprender sobre os animais, vocês fizeram muitas perguntas sobre os animais, agora quero que discutam baixinho entre o grupo, um animal, daqueles que vocês conseguiram apanhar, o que gostavam de aprender sobre ele, baixinho.
[A Helena vai ao grupo 4]

Helena - Vocês já escolheram o animal? O que querem estudar? Então vão escrever aqui o que querem saber na folha e aqui vão colocar o que sabemos sobre o animal, discutir baixinho. (NC).

A seleção da espécie a investigar, entre os vários elementos do grupo, nem sempre foi consensual. A Helena, em vários momentos, fomentou uma decisão democrática e discutiu com os/as alunos/as as características e os valores inerentes ao trabalho em grupo.

Helena - Qual? Como fazemos quando não estamos de acordo? Quem quer formiga gigante levante o braço? Quem quer bichos da conta?

(...)

Helena - Já decidiram? Boa, fizeram votos também. Ganha a maioria, muito bem. E já decidiram o que querem estudar sobre os bichos da conta? Vocês vão colocar aqui o que querem saber, boa?

(...)

Helena - Já escreveram tudo? Mais? Vou explicar. Estão a ver aqui, quem vai pesquisar não é só uma pessoa, é para dividir tarefas.

(...)

Helena - Boa! Estão a ver o que diz aqui? Queria que vocês em conjunto pensassem como é que vão descobrir a resposta a estas questões; onde poderão descobrir as respostas? (NC).

Após a decisão no seio de cada grupo, a Helena promoveu um período de partilha para que todos os/as alunos/as tivessem conhecimento do trabalho a realizar por cada grupo. Durante esta partilha, a Helena fez uma avaliação das questões para que as mesmas se tornassem mais claras e investigáveis do ponto de vista científico:

Helena - Então temos um sobre formigas, 2 sobre bichos da conta e um sobre escaravelhos. Grupo 1 que questões colocaram que gostavam de saber?

Aluno/a - Onde dormem, comem, se são boas ou más.

Helena - Mais? Ninguém está a respeitar o grupo 1. Mais? Se são boas ou más em relação ao quê?

Aluno/a - À defesa.

Helena - Como assim?

Aluno/a - Se são boas ou más?

Helena - Quando acontece o quê? Se elas se defendem?

Aluno/a - Se elas se defendem a morder.

(...)

Aluno/a - O que fazem, o que não fazem, se são machos ou fêmeas, se é um mamífero ou não.

Helena - E se não for um mamífero querem depois saber o que é?

Aluno/a - Sim, o que come, e onde vive. (NC).

Posteriormente, solicitou aos alunos e às alunas que indicassem estratégias/fontes que pudessem dar resposta às questões anteriormente formuladas. Durante este diálogo, a Helena procurou explorar diferentes possibilidades e promover a participação de

todos/as os/as alunos/as. A avaliação das estratégias/fontes mencionadas foi feita pela Helena mas também pelos/as próprios/as alunos/as:

Helena - Já estive a falar com alguns grupos sobre o próximo passo, estão a ver o quadrado, onde vamos pesquisar, como vamos pesquisar (...) vocês agora entre o grupo vão pensar nas formas como podemos descobrir a resposta a essas perguntas e que formas podem ser essas.

Aluno/a - Pesquisar no recreio.

Helena - É uma hipótese.

Aluno/a – Horta.

Helena - Ir ver na horta, T.

Aluno/a - Pesquisar na internet.

Helena - Boa, T.

Aluno/a - A horta já faz parte da escola, não faz sentido. (NC).

Durante esta conversa, um dos alunos fez a seguinte sugestão: “trazemos várias caixas e depois pomos cada espécie de bicho numa caixa e depois vemos o que eles comem”. Apesar de a Helena já ter manifestado interesse e, inclusivamente, já ter realizado pesquisas sobre a construção de terrários, optou por solicitar aos alunos e às alunas a avaliação dessa estratégia.

Helena - O que acharam da ideia do F.? C.?

Aluno/a - Está bem.

Aluno/a - Está bem.

Helena - Quero coisas diferentes para além de está bem.

Aluno/a - Mas assim as formigas podem sair.

Aluno/a - Fazemos buracos pequenos.

Helena - Pequenos o suficiente para não fugirem mas grandes o suficiente para o ar entrar.

Aluno/a - Ou então recolhemos apenas as formigas grandes.

Aluno/a - Essas atacam.

Aluno/a - Não.

Helena - É uma coisa que até podemos estudar. Diz lá S.

(...)

Helena - Então vamos organizar as nossas ideias, quem concorda com a ideia?

Aluno/a - Porque os bichos quando abrimos para ver com a lupa voam.

Aluno/a - Não é preciso ver com a lupa com os que voam.

Helena - Temos bichos que voam?

Aluno/a - Há formigas voadoras.

Aluno/a - Mas não estamos a estudar essas.

Helena - Quem mais não concorda?

Aluno/a - As formigas pequenas podem fugir.

Aluno/a - Sabes quanto tempo elas demoram a fugir? O tempo de ver os bichos é menor do que o de subir.

Aluno/a - Mas podem sair.

Aluno/a - Ainda demora mais tempo.

Aluno/a - Se ainda são maiores, mais rápidas.

Helena - A., já percebemos, vamos organizar as nossas cabeças, quem concorda com a criação de condições para termos os animais dentro da sala.

[os/as alunos/as levantam os braços]

Aluno/a - O A. agora já gosta?

Aluno/a - Porque é diferente. (NC).

Após esta fase, a Helena colocou a seguinte problemática - “De que necessitam os animais para sobreviverem?” - para que os/as alunos/as discutissem quais as condições que deviam estar presentes nos terrários, tendo sido mencionada terra, água e comida. Posteriormente, e em pequeno grupo, os/as alunos/as decidiram quem ficaria responsável por trazer o material necessário para a construção dos terrários.

Na sessão seguinte procedeu-se à montagem dos terrários e à planificação e divisão das tarefas, em cada grupo. Foram igualmente entregues folhas de registo (Figura 11) para que os/as alunos/as, no tempo dedicado ao projeto, registassem as suas observações, as mudanças que identificavam e as alterações que tinham efetuado para melhorar o ambiente de vida dos animais. No final da sessão a turma regressou ao recreio e cada grupo recolheu alguns exemplares do animal que pretendia estudar.

Nome	Pertença ao grupo	O animal do meu grupo	Estou responsável por

Data	O que observámos	O que fizemos de novo	As mudanças que vimos	Registo em desenho

Figura 11. Folhas individuais de registo de observação.

Dado que algumas das questões formuladas, para serem respondidas, requeriam pesquisa bibliográfica, e uma vez que os/as alunos/as eram do 1º ano de escolaridade o que tornaria difícil a seleção de fontes que se adequassem a este nível etário e ao seu nível de interpretação e compreensão textual, a Helena optou por entregar alguns documentos informativos nos quais os/as alunos/as pudessem encontrar algumas das respostas às suas questões-problema.

Em virtude das observações dos terrários e das pesquisas realizadas, novas questões-problemas foram sendo formuladas. Estas questões visavam, por um lado, compreender fenómenos observados pelos/as alunos/as e, por outro lado, melhorar a sobrevivência dos animais. As questões formuladas foram: “Porque estão a morrer?; Preferem ambientes húmidos ou secos?”. Apesar da problemática da humidade ter surgido apenas num dos grupos, a Helena optou por comunicá-la à turma toda. Para tal, pediu aos elementos do grupo para partilharem as observações e as pesquisas que tinham realizado relativamente à influência deste fator abiótico no comportamento dos bichos-de-conta:

Helena - Antes de começarmos queria que fizéssemos uma partilha. O grupo 3 já trabalhou muito e tem muitas peripécias. Então contem lá o que aconteceu aos bichos-de-conta.

Aluno/a - Morreram todos. Primeiro estavam vivos, depois a M. disse que têm um habitat escuro e húmido e depois fomos buscar mais bichos-de-conta.

Helena - Espera lá, a M. trouxe uma folha que dizia...

Aluno/a - Que eram crustáceos.

Helena - Sim, e que precisavam de um ambiente com terra húmida.

Aluno/a - E por isso tivemos que colocar a capa do grupo 3 por cima [para criar um ambiente escuro dentro da caixa de sapatos].

Helena - E perceberam que a terra estava...

Aluno/a - Estava muito seca e foi por isso que eles morreram.

Helena - E depois?

Aluno/a - Fomos buscar 26 bichinhos.

Helena - E depois a M. percebeu que estavam a morrer e fizeram uns tanques com água e algodão na caixa [de Petri].

Aluno/a - Para beberem água. (NC).

Partindo deste enquadramento, a Helena formulou uma questão “Será que todos os animais gostam de terra molhada? Eu não sei!”, com o intuito de envolver os restantes grupos na investigação. Durante este período a estagiária fomentou a participação de todos/as os/as alunos/as mas, simultaneamente, colocou questões para que a

discussão se tornasse mais focada. Também em relação à metodologia a adotar, a Helena solicitou inúmeras vezes a colaboração dos/as alunos/as:

Helena - Como podemos fazer para saber se eles gostam de terra húmida?

Aluno/a - Temos de ter das duas formas, uma molhada e uma seca, uma parte ao meio, e água numa parte.

Aluno/a - É como o cereal, metade de chocolate...

Helena - Alguém tem ideias diferentes?... Se mais ninguém tem ideias vamos fazer como a C. nos deu.

(...)

Helena - Então o nosso trabalho de hoje é isso, muitas das vossas perguntas é perceber como os bichos vivem, então nós hoje vamos tentar perceber se eles gostam mais de ambientes húmidos. I., que ideia espetacular, eu não me tinha lembrado disso, em metade da caixa vamos manter a terra seca e na outra metade vamos molhar. Como é que podemos humedecer?

Aluno/a - Ou tiramos a terra ou pomos água.

Helena - O que acham?

Aluno/a - Pôr água é pior.

Aluno/a - O grupo pode decidir.

Helena - E como vamos molhar a nossa terra? Com algodão?

Aluno/a - Pomos água dentro de uma garrafa e depois espalhamos.

Aluno/a - Nós não vamos acrescentar água, vamos tirar terra e pôr terra seca.

Helena - Como vamos fazer?

Aluno/a - Em cada dia...

Helena - Para irmos controlando. Esperem, convém decidir como vamos fazer; olhem, temos que nos concentrar. Então como é que decidimos? Como vamos molhar a terra?

Aluno/a - Molhar o algodão e espremer.

Aluno/a - Com a garrafa podemos, sem tampa, pomos uma risca e depois cobrimos a parte molhada. (NC).

No final da discussão e, apesar de alguns apelos e avisos de natureza comportamental ("Ah, se o trabalho ficar a confusão que ficou no outro dia, acabou! Devolvemos para a natureza e acabou" (NC)), a sessão continuou. Cada grupo dividiu o terrário ao meio e humedeceu metade da caixa. Contudo, a definição dos aspetos a observar não foi discutida em grande grupo e, como tal, cada grupo fez o registo que considerou mais adequado para dar resposta à questão inicial. Nem sempre a observação foi fácil, uma vez que, alguns animais não estavam visíveis e os/as alunos/as estavam bastante inquietos/as. O registo das observações foi realizado, no entanto, não houve tempo para efetuar a sua discussão nesta sessão. Para além disso, surgiram alguns problemas, nomeadamente, o facto das caixas dos sapatos se terem tornado frágeis após uma parte da terra ter sido humedecida.

Nas sessões seguintes os/as alunos/as continuaram a pesquisar as respostas às questões que tinham formulado inicialmente. No entanto, alguns grupos tiveram problemas, que despoletaram a formulação de novas questões: “Porque já não temos formigas no terrário?”; “Porque morreram os percevejos-das-plantas?”; “Porque não conseguimos apanhar percevejos ontem e hoje já conseguimos?”. Tendo em conta que as formigas colocadas no terrário fugiram, foi construído, com as indicações da Helena, um formigueiro. Relativamente aos percevejos constatou-se que todos tinham morrido, tendo sido apontado o excesso de humidade no terrário como a razão mais provável. Como tal, esse grupo procedeu à construção de um novo terrário e, posteriormente, deslocou-se ao recreio para recolher mais animais. No entanto, apesar de vários esforços só encontraram um animal mas já sem vida. Por essa razão, na sessão seguinte, a Helena realizou a seguinte planificação:

- A mestranda promove uma discussão em grande grupo na qual questiona a turma em relação ao insucesso do grupo dos percevejos em encontrar animais na sessão anterior. Porque acham que foi impossível para este grupo encontrar percevejos? Encontraram apenas um e estava morto. Porquê?
- Pretende-se que os alunos compreendam que foi devido ao facto de na sessão anterior ter estado chuva e uma temperatura muito baixa para a altura do ano.
- A mestranda responsável reúne os grupos dos percevejos-das-plantas e das formigas e dirigem-se ao recreio.
- No recreio, os alunos, em grupos, procuram formigas e percevejos.
- No regresso à sala, a mestranda solicita a estes dois grupos que coloquem os animais no seu terrário/formigueiro. (Plf).

O projeto culminou com a apresentação oral de todos os grupos com o auxílio de uma cartolina onde constavam as perguntas inicialmente formuladas e as respetivas respostas.

Procurando evidências de um ensino por investigação

A valorização de uma cultura comunicativa foi um aspeto muito evidente nas aulas da Helena, operacionalizando-se através de diferentes estratégias, como o trabalho de grupo, a realização de apresentações, tempestades de ideias e discussões em grande grupo. O discurso foi essencialmente interativo tendo sido promovidos vários momentos de diálogo professora-alunos/as e alunos/as-alunos/as. Para além disso, houve um predomínio de interações do tipo Iniciação, Resposta, *Follow-up*, Resposta, *Follow-up*

(IRFRF) e Iniciação, Resposta do/a aluno/a 1, Resposta do/a aluno/a 2, Resposta do/a aluno/a 3 (IRa1Ra2Ra3). Estes padrões de interação resultaram, em grande medida, do tipo de questões que a Helena foi formulando ao longo do projeto. Por um lado, quanto à natureza das questões, verificou-se uma vasta formulação de questões abertas, ou seja, questões para as quais podia existir mais do que uma resposta, o que possibilitou o desenvolvimento de raciocínios divergentes por parte dos/as alunos/as. Por exemplo:

Nós tínhamos falado que podíamos ver todos os animais do recreio, como vamos fazer isso?
Quero ideias, cabeças a pensar, como vamos investigar os animais que temos no recreio? ...
J., como vamos continuar o projeto? ...

Então agora que já temos muitos espaços assinalados, o que eu agora gostava; o que temos que fazer? ...

Como dividimos os grupos? ...

Estão a ver o que diz aqui? Queria que vocês em conjunto pensassem como é que vão descobrir a resposta a estas questões; onde poderão descobrir as respostas? ...

Então como temos que fazer? ...

Temos que discutir tudo o que precisamos antes de trazer os animais para a sala. O que podemos fazer? ...

Como podemos fazer para saber se eles gostam de terra húmida? ...

Como podemos resolver a situação? ...

Então como podemos fazer? ...(NC).

Por outro lado, constatou-se que a Helena formulou questões com diferentes propósitos: a) obter as ideias prévias e as opiniões dos/as alunos/as; b) clarificar ideias expressas pelos/as alunos/as ou torná-las visíveis para o grupo-turma; c) encorajar diferentes perspetivas e visões; d) solicitar a avaliação de ideias; e) guiar e monitorizar a discussão (Tabela 19).

Tabela 19

Questões formuladas pela Helena em função dos seus propósitos

Objetivo da questão	Excertos da aula
Obter ideias prévias e opiniões	Helena – (...) como vamos investigar os animais que temos no recreio?
	Helena – (...) o que temos que fazer?
	Helena – Por que é que uns [animais] morreram e outros não?
Clarificar ideias	Aluno/a – Podia ser uma lesma.
	Aluno/a – Não podia ser porque não têm patas; são bichos que rastejam.
	Helena – O que é isso?
	Aluno/a – Não têm patas e rastejam.

Encorajar diferentes perspectivas e visões	<p>Helena – Alguém tem ideias diferentes?</p> <p>Helena – Boa! Já sabemos também mais coisas. Mais coisas diferentes do que estamos a falar?</p> <p>Helena – Será por causa disso [que os animais morreram]? Têm outra ideia?</p>
Solicitar a avaliação de ideias	<p>Helena – Quem concorda com o F.?</p> <p>Helena – O que acharam da ideia do F.?</p> <p>Aluno – Está bem.</p> <p>Aluno – Está bem.</p> <p>Helena – Quero coisas diferentes para além de está bem.</p> <p>Aluno/a - Mas assim as formigas podem sair.</p> <p>Helena – Então vamos organizar as nossas ideias, quem concorda com a ideia?</p> <p>Helena – Quem mais não concorda?</p> <p>Helena – A., já percebemos, vamos organizar as nossas cabeças, quem concorda com a criação de condições para termos os animais dentro da sala?</p> <p>Helena – O que acham?</p> <p>Helena – Concordam? Será que há mais espaços?</p>
Guiar e monitorizar a discussão	<p>Helena – E depois onde colocamos as formigas?</p> <p>Aluno/a – Voltam para a natureza.</p> <p>Helena – Já vimos que isso não dá. Vocês estavam a dizer para colocar dentro de uma caixa mas que depois saem, então como podemos fazer?</p> <p>Aluno/a – Podemos observar lá fora.</p> <p>Aluno/a – Não é suficiente.</p> <p>Helena – Nós já decidimos que vamos trazer os bichos cá para dentro ou não?</p> <p>Aluno/a – Sim.</p> <p>Helena – Temos que arranjar condições para termos os bichos cá dentro.</p>

A valorização deste tipo de questões, em detrimento de questões de natureza fechada associadas a uma avaliação explícita, conferiu à Helena o papel de mediadora/orientadora. Em grande medida, estas opções discursivas permitiram valorizar os conhecimentos prévios dos/as alunos/as, as suas opiniões sobre o desenrolar do projeto e promover a tomada de decisão sobre as tarefas a realizar, bem como o diagnóstico de explicações e previsões sobre os fenómenos em estudo. Para além disso, o discurso dos/as alunos/as influenciou, diretamente, o decurso da discussão, uma vez que as suas ideias e sugestões foram exploradas, analisadas e posteriormente implementadas. Em vez de proceder à avaliação das intervenções dos/as alunos/as, a Helena adotou uma postura mais neutra, atribuindo aos alunos e às alunas esse papel. Foi através da valorização de diferentes vozes que a construção

coletiva do conhecimento foi ocorrendo. Importa ainda frisar que a comunicação decorreu num ambiente de respeito, em que a Helena encorajava a participação e a partilha de ideias, num clima seguro:

Aluno/a - Ele vai dizer o sítio mais fácil

Helena - Porquê D.? Não se diz isso dos colegas.

(...)

Helena - Encontraram o quê? A., os outros grupos também te ouviram!

(...)

Helena - Mais? Ninguém está a respeitar o grupo 1. (NC).

Portanto, os/as alunos/as participaram de uma forma ativa na aula e efetivamente a sua voz foi tida em conta para o desenvolvimento das atividades. Acresce ainda o facto de o discurso ter sido aberto e colaborativo, havendo várias evidências que as práticas discursivas apresentaram os aspetos fundamentais de um discurso dialógico, nomeadamente, coletivo, recíproco, de apoio, cumulativo e intencional (Alexander, 2008). Como tal, é possível afirmar que nas aulas observadas, a relação dialógica e interativa prevaleceu (Mortimer & Scott, 2000; Scott et al., 2006) o que se coaduna com os objetivos que a Helena tinha traçado para o projeto.

O envolvimento em questões com uma orientação científica foi um aspeto muito presente nas aulas da Helena. Por exemplo, o início do projeto foi despoletado através de uma questão colocada pela estagiária: “Que seres vivos encontramos no recreio?”. Após esta fase inicial, esta futura professora optou por atribuir aos alunos e às alunas um papel ativo na própria formulação de questões. Para tal, recorreu a estruturas discursivas que visavam, de forma explícita, a formulação de questões (van Zee, Iwasyk, Kurose, Simpson, & Wild, 2001), nomeadamente, a utilização da tabela “O que pensamos saber sobre os animais do recreio, o que queremos saber, e como vamos pesquisar”, tendo os/as alunos/as indicado que gostariam de ver respondidas as seguintes perguntas: “Como nascem? O que comem? Como vivem? O que fazem? Como se deslocam? Onde vivem?”.

Posteriormente, a Helena providenciou oportunidades para os/as alunos/as observarem e explorarem o ambiente envolvente e recolherem animais com o objetivo de responderem à questão por ela formulada. Partindo deste contacto solicitou aos grupos, entretanto constituídos, a formulação de novas questões que, apesar de não serem substancialmente distintas das inicialmente formuladas, centravam-se apenas num animal. Esta sequência sugere que a questão “Que seres vivos encontramos no recreio?”, apesar de apresentar uma orientação científica, teve na realidade outros

objetivos nomeadamente, introduzir a temática do projeto e motivar os/as alunos/as a formularem novas questões a partir da observação do contexto.

As questões posteriormente formuladas pelas crianças incidiram, essencialmente, em questões do tipo “como”, “qual” “o que” e “onde”, ou seja, perguntas que não requerem manipulação de variáveis e que utilizam a observação como a principal fonte de informação, o que originou investigações essencialmente de natureza descritiva:

Grupo 1 - O que as formigas comem? Onde as formigas dormem? Como se defendem?

Grupo 2 - Como nascem os bichos-de-conta? O que comem? Como vivem? Como é o seu corpo?

Grupo 3 - Como vivem os bichos-de-conta? Como são? Como nascem? Como se alimentam? Qual é o seu abrigo?

Grupo 4 - O que fazem os percevejos? Saber distinguir o sexo. É mamífero? O que comem? Onde vivem? Como nascem? (NC).

Durante a formulação destas questões a Helena assumiu um papel orientador, no sentido de torná-las mais claras e consequentemente investigáveis. Por exemplo, colocou questões de forma a transformar ideias subjetivas em aspetos de natureza mais objetiva e a tornar questões que só exigiam uma resposta “Sim/Não” em algo mais relevante do ponto de vista investigativo.

Dado que a construção de terrários foi uma das opções metodológicas selecionada pelos/as alunos/as, a Helena sentiu necessidade de introduzir mais uma questão, nomeadamente, “De que necessitam os animais para sobreviverem?”. Após a construção dos terrários e durante as observações, muitas vezes surgiram situações e ideias que despoletaram novas questões de investigação. Por exemplo, o facto de alguns bichos-de-conta terem morrido, conduziu o grupo a formular a seguinte questão: “Porque vários bichos-de-conta estão a morrer?”. A formulação desta questão constituiu uma viragem relevante no projeto pois, a partir desse momento, começaram a surgir perguntas com uma natureza mais explicativa e experimental. Ao perceber o potencial experimental destas questões, a Helena decidiu comunicar à turma as observações e inquietações do grupo 1, e adotando uma abordagem mais direcionada, colocou a questão “Será que todos os animais gostam de terra molhada?”. Desta forma cada grupo estudou o efeito da humidade no comportamento do animal que estava a investigar:

Portanto, durante o projeto “Os animais do recreio” surgiram várias questões, algumas propostas pela Helena e outras construídas pelos/as alunos/as. Relativamente às questões formuladas pelos/as alunos/as importa ainda frisar que elas resultaram: 1) de

um pedido explícito, por parte da Helena, para que os/as alunos/as formulassem questões; 2) de dúvidas que surgiam à medida que as observações iam decorrendo. Verificou-se, ainda, que o primeiro contexto originou, essencialmente, questões de natureza descritiva, ao passo que o último promoveu o aparecimento de questões mais experimentais. Portanto, as observações realizadas pelas crianças (para responderem às questões de natureza descritiva) constituíram etapas precursoras de questões experimentais.

Após a formulação e redefinição das questões de investigação a Helena envolveu os/as alunos/as na planificação das atividades, solicitando sugestões sobre “Onde podemos pesquisar?” e “Como podemos descobrir a resposta às questões?”:

Em virtude das sugestões realizadas foram planificados vários momentos e estratégias para que os/as alunos/as pudessem vivenciar e observar os animais. Várias aulas foram realizadas no espaço exterior à sala, no recreio da escola, quer para observar, quer para recolher animais.

A Helena desenvolveu vários esforços no sentido de serem os/as próprios/as alunos/as, com a sua ajuda, a definirem o que devia ser contabilizado como evidência e como obtê-las. Por exemplo, para responder à primeira questão formulada, “Que animais podemos encontrar no recreio?” e, após uma discussão em grande grupo, foi decidido que seria necessário fazer a recolha dos animais e, posteriormente, a sua identificação e contagem:

Helena - Então, agora já temos muitos espaços selecionados e o que eu agora gostava; o que temos que fazer?

Aluno/a - Ir lá para ver os animais!

Helena - Quem concorda com o F.?

[todos/as levantam o dedo]

(...)

Aluno/a - Analisamos e depois vamos devolvê-los à natureza.

(...)

Helena - Grupo 1, quais foram os bichos que encontraram?

Aluno/a - A formiga.

Helena - Quem é que não conseguiu completar todos os registos no último dia? Nestas folhinhas colocar todos os animais. Todos conseguiram? Então vá, C. que animais é que encontraram?

Aluno/a - Formigas, bichos da conta, e uma minhoca morta.

[a Helena está a escrever no quadro os nomes]

Helena - Mais, grupo 1.

Aluno/a - Mais nada. (NC).

Para enfatizar a necessidade de um contacto mais prolongado com os animais, através da construção de terrários, a Helena estabeleceu uma ligação direta entre algumas das questões de investigação formuladas pelos/as alunos/as e as evidências necessárias para responder às questões:

Helena - O que o D. está a dizer é irmos buscar todos os dias e largar no final do dia, será que assim conseguimos pesquisar todas as perguntas? (...) Há aqui meninos que querem saber como é que eles nascem, se formos buscar uma formiga e depois largarmos no final da aula conseguimos saber?

Aluno/a - Não.

Helena - Então como temos que fazer?

Aluno/a - Ficar com eles na sala durante muito tempo.

Helena - Por exemplo, imagina que no início da aula tínhamos uma formiga e imaginem que eu quero saber como é que ela nasce até às 15 h 30 m.

Aluno/a - Não é tempo suficiente, e só tínhamos uma, e não ia acasalar.

Helena - Não íamos ter tempo suficiente, como é que íamos descobrir como é que tinha nascido. Então já chegámos à conclusão que a ideia de trazer os animais e voltar a largá-los não é suficiente. (NC).

Noutras situações, a priorização das evidências foi estabelecida diretamente pelos/as alunos/as, enquanto planeavam as atividades a desenvolver: “trazemos várias caixas e depois pomos cada espécie de bicho numa caixa e depois vemos o que eles comem.” Após a construção dos terrários, as folhas individuais de registos (Figura 11), mostram igualmente a importância conferida à recolha de evidências, dado solicitarem a observação e o registo sistemático (escrito e pictográfico) dos terrários. Para além disso, nalgumas situações, as respostas às questões de investigação foram obtidas através da leitura e interpretação de textos produzidos pela Helena sobre os diferentes animais. Relativamente ao estudo da influência da humidade no comportamento dos animais e, apesar de um aluno acreditar que o animal que se encontrava a investigar não gostava de terra húmida, a Helena foi colocando perguntas que visavam priorizar as evidências no sentido de responder à questão de investigação:

Aluno/a - Nós agora podemos pôr água.

Helena - Se nós não temos a certeza que, que todos os animais gostam de água se vocês agora molharem a terra a todos...

Aluno/a - Eu acho que não gostam da terra húmida.

Helena - Como podemos fazer para saber se eles gostam de terra húmida? (NC).

Foram igualmente encontradas evidências relativamente ao terceiro e quarto aspeto essencial de um ensino por investigação, a saber, o uso de evidências para desenvolver explicações e a avaliação dessas explicações promovendo a ligação com o conhecimento científico. No entanto, relativamente a estes dois aspetos de um ensino por investigação, verificaram-se diferenças entre as questões inicialmente formuladas pelos/as alunos/as (essencialmente descritivas) e as questões que emergiram das observações (essencialmente explanatórias), tendo estas últimas potenciado a construção de mais explicações. A título ilustrativo, os/as alunos/as do grupo 3 propuseram explicações para a morte dos bichos-de-conta e compararam-nas com as explicações presentes nos textos que recolhiam em casa, com os pais (através da internet e livros) e com a ajuda da Helena.

O desenvolvimento de diferentes explicações, para as mesmas observações, foi igualmente fomentado pela Helena. Por exemplo, ao analisarem o comportamento dos bichos-de-conta junto a um algodão humedecido, a Helena referiu: “E será só por causa da sede?”; “Será por causa disso? Têm outra ideia?”.

Partindo das peripécias ocorridas no grupo 3, e do facto de outro grupo estar a investigar a mesma espécie, a Helena foi colocando questões desafiantes e que permitiam estabelecer relações entre várias variáveis. A recolha de dados e a elaboração de explicações baseadas em raciocínios lógicos foi amplamente valorizada pela Helena:

Helena - Eu ia perguntar, não havia 2 grupos com bichos-de-conta?

Aluno/a - Sim.

Helena - Por que é que uns morreram e outros não?

Aluno/a - Porque a nossa terra estava molhada e a deles não.

Aluno/a - O nosso grupo foi para a parte onde a terra estava mais húmida [referindo-se ao momento em que foram ao recreio recolher terra].

Aluno/a - Aquele grupo podia ter dado a terra aquele e ele estava mais molhada.

Helena - Então terá sido por isso? Aquele grupo ter uma terra muito seca?

Aluno/a - Também, mas também podia ser por outra razão, os bichos alimentavam-se há muitos menos dias.

Helena - ahhh, e tinham mais fome, é isso? Mais ideias, D., C.? (NC).

Por fim, ao longo de todo o projeto, a comunicação e a justificação das explicações formuladas pelos/as alunos/as foram aspetos igualmente presentes nas práticas pedagógicas desta futura professora. Antes de iniciar uma nova sessão a Helena reservava sempre um momento para que cada grupo partilhasse o seu trabalho com a turma. Fruto das práticas discursivas adotadas pela estagiária nestes momentos, os/as alunos/as tiveram a oportunidade de colocar questões aos colegas, avaliar as

evidências que o grupo fornecia e o raciocínio que realizavam, bem como sugerir novas explicações para as mesmas observações. Estes momentos permitiram ainda estabelecer pontes entre o trabalho efetuado nos diferentes grupos e a emergência de novas questões e novas investigações. Em suma, a Helena providenciou aos alunos e às alunas a oportunidade de comunicarem as suas aprendizagens.

Resumindo, a unidade de ensino planeada e implementada pela Helena sobre os animais do recreio, incorporou todos os aspetos de um ensino por investigação. No entanto, o envolvimento dos/as alunos/as em cada um destes aspetos foi diferente, ou seja, nalgumas situações foi mais dirigida pela futura professora noutras mais dirigida pelos/as alunos/as. Globalmente, foi um projeto bastante aberto, em que os/as alunos/as tiveram um papel muito ativo, e onde foi possível desenvolverem diferentes capacidades investigativas à medida que iam construindo conhecimento sobre os animais.

Procurando evidências de um ensino sobre a natureza da ciência

Apesar das diferentes dimensões da NC terem sido alvo de análise nos seminários do programa Ciência ao Vivo, da Helena ter demonstrado conhecimentos adequados acerca dos mesmos e de ter mencionado a importância da reflexão no desenvolvimento das suas próprias conceções sobre esta temática, a participante não adotou uma abordagem explícita e reflexiva nas suas aulas.

A ausência de evidências sobre a adoção de um ensino explícito e reflexivo da NC sugere que a Helena não adotou um ensino sobre a NC. Por um lado, o facto dos objetivos de aprendizagem no domínio do conhecimento sobre a NC terem sido quase marginais indica que não houve uma preocupação explícita no âmbito do ensino da NC. Por outro lado, as experiências vividas no projeto não foram utilizadas pela participante para ilustrar e discutir os aspetos particulares da NC o que sugere pouca reflexão no âmbito desta temática. Importa também frisar que diferentes oportunidades foram detetadas para o desenvolvimento de um ensino mais reflexivo da NC, em grande medida, resultantes do cunho investigativo das atividades desenvolvidas no âmbito do projeto sobre os animais do recreio. A título exemplificativo são evidenciados alguns momentos:

Helena - Já viram onde estão [referindo-se aos diferentes animais dentro das caixas de *Petri* e ao facto de estarem perto do algodão humedecido].

Aluno/a - No algodão, a beber água.

Helena - Já vamos passar a caixa.

[a Maria (colega de estágio) pega na caixa de *Petri* e vai mostrá-la]

Maria - estão a ver as coisas castanhas?

Aluno/a - É cocó.

Aluno/a - São ovos.

Aluno/a - Há ovos castanhos mas do bicho-de-conta não!

Helena - Mas agora não olhem para isso, olhem para onde é que eles estão. (NC).

Este episódio é relevante uma vez que, partindo dos diálogos gerados no seio da turma, nomeadamente, o facto de três alunos/as terem realizados interpretações distintas para as mesmas estruturas castanhas presentes na caixa de *Petri* (é cocó, são ovos, não podem ser ovos), a Helena poderia ter formulado algumas questões que norteassem os/as alunos/as numa reflexão de cariz epistemológico, como por exemplo: “Por que razão uma criança pensa que são ovos e a outra não?”; “Será que todos/as os/as cientistas interpretam os mesmos dados da mesma forma?”. Esta abordagem explícita e reflexiva teria ajudado os/as alunos/as a discutir a importância dos conhecimentos prévios e dos referenciais teóricos na forma como se interpreta uma dada realidade.

O segundo exemplo corresponde ao levantamento de algumas hipóteses explicativas para o comportamento dos bichos-de-conta:

Aluno/a - Estão a beber água.

Helena - E será só por causa da sede? R.

Aluno/a - Não! Podem estar a dormir.

Aluno/a - Ou podem estar no algodão por outra razão. O algodão está quase a ocupar o espaço da caixa.

Helena - Será por causa disso? Têm outra ideia?

Aluno/a - Podem estar a dormir.

Aluno/a - Podem estar a tomar banho.

Aluno /a - A dormir não! Estão a mexer-se.

Helena - O nosso trabalho é cuidar do terrário e já vimos que os nossos bichos precisam, ah, o A. teve uma ideia. (NC).

O facto de três hipóteses terem sido formuladas para explicar a razão pela qual os animais estavam junto ao algodão humedecido, respetivamente, estarem com sede, estarem a dormir ou a tomar banho, poderia ter despoletado, por parte da Helena, uma abordagem explícita e reflexiva acerca da natureza empírica do conhecimento científico, isto é, a necessidade das interpretações estarem sustentadas nas observações.

Colocando questões como: “Será que as três hipóteses são igualmente válidas?”; “O que faz com que uma hipótese tenha mais sentido do que outra?” Por que razão uma criança pensa que a hipótese de estarem a dormir não faz sentido?, a Helena poderia ter desencadeado uma avaliação explícita das hipóteses levantadas e contribuído para que o raciocínio de um/a aluno/a se tornasse visível e audível no seio da turma.

A pouca visibilidade da NC na prática pedagógica da Helena foi reconhecida pela própria. Segundo a futura professora: “como tínhamos este projeto tão aprofundado, se calhar optei por me focar mais nos processos científicos do que na ideia que eles [os/as alunos/as] têm do que é o cientista ou do que é eles fazem, ou do que é a ciência” (Ep). Ainda assim, a Helena considerou ter focado alguns aspetos da NC de forma implícita dado ter realizado um trabalho de natureza investigativa que, em virtude das suas características, “permite às crianças perceberem o que é um trabalho de investigação, um trabalho científico mesmo, e as características do conhecimento” (Ep). Porém, reconheceu que esse ensino teria sido mais rico caso tivesse criado momentos para discutir de forma explícita alguns aspetos da NC:

(...) o que não impede que em determinados momentos não haja mesmo uma conversa sobre isso (...) eu acho que pegando em todas essas inferências e observações que eles fazem, cabe ao professor também explicar e guiá-los um bocadinho (...) se calhar pegaria por aí, e faria isso mais vezes, ou talvez todos os dias um bocadinho. (Ep).

O discurso desta futura professora sugere que a Helena se identifica com uma posição intermédia, no que se refere ao *continuum* entre uma abordagem explícita e implícita sobre a NC. Segundo as suas palavras:

(...) nem tudo tem que ser explicitado (...) é um bocadinho no meio (...) se calhar há coisas que eles [os/as alunos/as] depreendem que é assim... pois estamos a fazer ciência, e é assim que se deve fazer ciência, mas se calhar há outras que temos que explicar um bocadinho melhor. (Ep).

De acordo com a Helena, a não adoção de uma abordagem mais explícita deveu-se, essencialmente, à falta de tempo, aspeto intimamente associado à duração da prática de ensino supervisionada: “se calhar não fui tanto para esse lado, pela falta de tempo (...) nós só estamos lá um mês e meio, e é verdade nós temos que acabar o projeto para depois tirarmos as nossas conclusões” (Ep). A idade dos/as alunos/as foi um aspeto igualmente mencionado para justificar esta opção pois, tratando-se de um primeiro ano de escolaridade: “se calhar convém primeiro deixá-los fazer e guiá-los no fazer bem (...) e talvez entrasse com conversas um bocadinho mais tarde” (Ep).

Concluindo, as práticas pedagógicas implementadas pela Helena sugerem a adoção de uma abordagem implícita relativamente à NC. Apesar de considerar importante, em determinadas situações, a adoção de uma abordagem mais explícita os constrangimentos de natureza temporal impediram-na de adotar essa abordagem durante a prática de ensino supervisionada. No entanto, no futuro, e na ausência deste constrangimento, a futura professora evidenciou vontade de dar mais visibilidade à NC: “é necessário, sem dúvida que é necessário (...) e se tivesse tido mais tempo teria ido por aí” (Ep).

A João

A profissão docente

De acordo com a João, o desejo de ser professora surgiu na adolescência, em grande medida associado aos valores sociais que atribui à atividade docente e, em particular, a possibilidade de contribuir para um mundo melhor:

(...) era uma coisa que já queria há muito tempo, desde o meu oitavo, nono ano, quando me perguntavam o que é que queres ser, que área é que vais seguir, quero ser professora, e sempre foi professora (...) é aquela utopia, é o querer ensinar algo (...) é deixar a nossa marca no mundo ... é o saber que se fizer as coisas bem, se fizer as coisas bem, vou fazer a marca em alguém (...) acho que essa é a parte mais maravilhosa, é o querer ensinar, vou ensinar uma pessoa e essa pessoa vai crescer e vai tornar-se alguém, vai tornar-se uma pessoa que vai mudar o mundo, as coisas. (Ei).

Na opinião da João, a atividade docente “não passa apenas por passar o conhecimento entre aspas, passa por muito mais” (Ei), tendo mencionado funções quer de natureza pedagógica-didática, quer burocrática, nomeadamente: “organizar estratégias, dinâmicas, como chegar a este aluno, aquele aluno, de que maneiras é que podemos fazer, que atividades diferentes, e depois também a parte mais chata, entre aspas, da papelada, da organização.” (Ei). As relações humanas foram muito valorizadas, sobretudo quando confrontada com o desafio de diferenciar a docência de outras profissões:

(...) enquanto um jornalista passa informação mas a um nível completamente diferente, o professor tem que lidar não só com a parte cognitiva, é a parte social, o contacto, a parte emocional, acaba por se desenvolver, o que é a pessoa, em que é que ela se está a desenvolver. (Ei).

A ténue barreira entre o domínio profissional e pessoal constituía outro aspeto diferenciador da profissão docente pois, segundo a João “não dá para simplesmente desligar dos problemas dos alunos, não dá para sair da escola e pôr o botão, não quero saber, amanhã volto a esse problema, acho que é impossível... acabamos sempre por tentar arranjar sempre uma solução” (Ei).

Para a João, o ingresso na formação inicial de professores/as deu-lhe a conhecer dois aspetos sobre o ensino que desconhecia: o trabalho inerente à planificação das aulas e as diferentes perspetivas de ensino e de aprendizagem.

Segundo esta participante, a adoção de estratégias que valorizem o/a aluno/a, enquanto agente ativo na construção do conhecimento, constituía o indicador mais fidedigno da competência de um/a professor/a:

(...) passa essencialmente através de atividades dinâmicas, em vez se calhar de estarmos na sala de aula todos virados para a frente, passa um bocado pelo trabalho de campo, de pesquisa, ou (...) ser a criança a construir a aprendizagem, darmos as ferramentas para elas próprias descobrirem, não sermos nós a dizermos, deixarmos serem eles a descobrir (...) cada vez mais os professores têm que mudar esta faceta, não estar numa sala de aula, agora tem que haver aulas teóricas, em que os alunos vão estar sentados, a ouvir o professor, mas passar um bocadinho por ajudar a construir o conhecimento. (Ei).

Mencionou ainda que a competência de um/a professor/a é revelada através das aprendizagens que os/a alunos/a realizam: “passar o conhecimento ou passar algo no quinto ano a uma criança e essa criança ainda souber, souber isso quando chegar ao sétimo ou oitavo ano” (Ei), ou “quando tiver que aplicar esse conhecimento, não por ter decorado o que foi ensinado mas por ter realmente percebido, isso é realmente uma aprendizagem” (Ei).

Quando desafiada a descrever-se enquanto professora, a João referiu várias vezes que o pedido se revestia de uma enorme complexidade, pois considerava “que não temos, só temos a experiência com duas turmas e no meu caso foram duas turmas bastante diferentes, não sei” (Ei). No entanto, mobilizando informações dos vários intervenientes que a acompanharam nas suas práticas de ensino supervisionada, a João procedeu a uma análise bastante crítica da sua atuação, principalmente ao nível das questões comportamentais e das estratégias necessárias para centrar o/a aluno/a no processo de ensino-aprendizagem:

(...) uma das coisas que as professoras de estágio, a minha colega de estágio me diz, e que eu também reconheço, mas que também tem a ver com a minha personalidade, às vezes eu prefiro, há pessoas que quando estão em frente a uma turma tomam logo o controlo da turma, através de um berro, de um grito assim mais forte, e, pronto, eu prefiro se calhar estar a chamar a atenção muito mais vezes, demorar 2 ou 3 dias a ter o controlo da turma do que a usar os tais gritos e os tais berros, pois é uma coisa que eu não gosto muito, não gosto que me façam a mim, mas claro que quando tem que se dar o grito, tem que se dar, mas isso é uma coisa que me apontam e eu reconheço, demoro um bocadinho mais a tomar o controlo da turma, mas depois gosto muito de fazer o trabalho de pesquisa com as crianças, a dar os

instrumentos para, por isso é que eu acho que no meu estágio agora do primeiro ano teve muitas falhas pois nós, falha-nos muito essa parte de dar as ferramentas para procurarem para serem eles a descobrirem. É uma pergunta complicada, eu não sei muito bem. (Ei).

Contudo, também reconheceu capacidades para “dar voltas às situações, quando as coisas não estão a correr bem numa turma, ou uma atividade não está a correr bem” (Ei). Quanto às qualidades que possui, e que na sua opinião são importantes enquanto futura professora, a João mencionou a paciência e o cuidado de planificar e de se preparar para as aulas que vai lecionar, em particular, na área das ciências:

(...) ter paciência, não é paciência no mau, no mau sentido, mas às vezes manter a calma, respirar fundo, vais conseguir, ahh, o ter atenção a certos pormenores, a certos aspetos, que eu acho que tenho essas características (...) que consigo ter atenção, ou ter um cuidado diferente, mais qualidades [risos], o preparar por exemplo as aulas, pois a nível das ciências, tenho que ir preparar, e estudar por que se não preparar eu depois não vou conseguir explicar, ter o cuidado de preparar. (Ei).

A incerteza relativamente ao futuro da profissão docente e a consequente falta de perspetivas constituía, segundo a João, o aspeto menos agradável desta profissão pois “investimos, estudamos, esforçamo-nos para depois chegar ao fim e não termos nada (...) acho que é assustador” (Ei). Para além da instabilidade, a participante revelou algum receio em encontrar professores/as mais tradicionais, ou obstáculos à execução de atividades e estratégias mais inovadoras e que considerava fundamentais no processo de ensino-aprendizagem:

(...) o encontrar se calhar outros professores que ainda não fizeram a atualização, que ainda não estão abertos a novas perspetivas do ensino, e eu acho que cada vez mais em Portugal tem vindo a mudar, e ainda bem, e às vezes preocupa-me encontrar um professor que não esteja tão recetivo às mudanças, ou ver outras perspetivas e a parte chata da burocracia dos papéis, de querermos fazer uma coisa e não conseguirmos pois não nos dão os meios, ou não nos querem dar os meios para. (Ei).

Fruto da instabilidade atual, a João considerou ser muito provável vir a lecionar fora de Portugal. Para além disso, foi igualmente evidente o desejo em especializar-se na área do Ensino Especial, área para a qual acreditava ter grande aptidão:

(...) mas também gostava muito de trabalhar com crianças NEE (...) pois é realmente uma área que me fascina muito (...) e a professora da turma disse assim, tu já alguma vez pensaste em NEE, tirares uma especialização, já, mas já tinha deixado isso um bocadinho de lado, e ela, pois mas eu acho que devias reconsiderar, e eu fiquei assim, ok, fiquei surpreendida porque era algo que nunca tinha comentado com ela, nem nada, e ela disse que nitidamente era uma área que devia pensar, e eu, assim, ok. (Ei).

Conceções iniciais

Conceções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

A João, ao longo da entrevista inicial, recorreu a diferentes exemplos decorrentes das suas experiências de ensino supervisionadas, para contextualizar as suas afirmações e opiniões. Por exemplo, ao ser desafiada a descrever uma boa aula de ciências, optou por selecionar um projeto sobre plantas, desenvolvido no primeiro ano de escolaridade, e descrevê-lo de forma crítica, indicando quer os seus pontos fortes, quer as suas fragilidades:

(...) o que fizemos com as crianças foi ir para o recreio, que é um espaço com a natureza, era ótimo para o que nós queríamos fazer, e fizemos com eles, acho que essa parte falhou, pois queríamos ter trazido alguma pesquisa, para eles através das imagens dizerem, olha eu acho que tem isto, tem aquilo, acho que podemos encontrar isto nas árvores, acho que essa parte faltou, mas depois o que fizemos foi ir para o recreio, depois demos um tempo para eles olharem para a árvore, tocarem, e depois pedimos a eles para desenharem o que viram, e como viam, e depois houve alguns que fizeram a árvore normal, como nós conhecemos, com tronco e folhinhas, e nós, mas é isso que estás a ver? e eles, não!, mas então desenha o que estás a ver, não tem problema nenhum, e eles refizeram, desenharam a raiz, foram tocar, foram ver, pronto é importante, dentro da sala de aula, fixámos os desenhos que tinham feito, trabalhamos com eles, acho que isso é uma boa aula do EM assim para um primeiro ano, pelo menos. (Ei).

De acordo com a descrição, a ausência de diagnóstico dos conhecimentos prévios dos/as alunos/as foi uma das lacunas identificadas, o que denota a valorização que a João conferia a essa fase no processo de ensino-aprendizagem. Para além disso, a forte componente prática e sensorial, bem como o recurso ao espaço exterior à sala de aula, foram igualmente aspetos apontados pela João, para justificar as potencialidades da sequência descrita:

(...) acho que a parte prática, a parte realista do ir tocar e ver, acho que isso é, pois se não nós podíamos ter feito na sala de aula, trazer uma imagem, uma árvore tem isto, isto e isto, já está, pronto, agora façam o exercício que está no livro, e nós quisemos que eles realmente tocassem e vissem, e ainda por cima tendo ali um recurso ao pé. (Ei).

O discurso desta participante continuou a revelar, ao longo da entrevista, um forte distanciamento relativamente às perspetivas de ensino mais tradicionais onde, na sua opinião, o papel do/a professor/a se restringe apenas a “debitar” ciências e o do/a aluno/a a “estudar” para o teste. Segundo a João, a presença constante da ciência no

quotidiano devia ser o mote para a implementação de atividades práticas, de cariz iminentemente sensorial:

(...) eu acho que ao nível das [atividades] menos adequadas é o ficar na sala e por exemplo, é isto, isto e isto, sem tocarmos, mesmo que seja uma imagem, sem ser do livro, uma imagem trazida e ampliada, acho que isso é ótimo, em vez de ser só teoria, pois nunca nos vai aproximar da realidade, as ciências é algo que toca, pelo menos eu acho que está sempre em tudo, é algo tão real, tão próximo de nós, então ficar numa sala de aula a debitar ciências, acho que é uma péssima forma de aprender ciência, e acaba por ser o estudar para o teste, e fica por aí. (Ei).

A João conferiu um papel de destaque ao trabalho de grupo e às práticas interativas e dialógicas que emergem dessa estratégia pois “há sempre uma criança mais curiosa que pode dar um contributo ou pode suscitar interesse, ou fazer uma questão que leve o grupo a pensar sobre isso” (Ei). Mencionou também a importância da realização de pesquisas, em função dos interesses revelados pelos/as alunos/as, pois “nas ciências eles podem construir o seu próprio caminho mas mais ao nível da sua curiosidade, daquilo que eles querem saber” (Ei). Foi exatamente esta convicção que impulsionou a João a reforçar a relevância de uma componente individual no processo de ensino e aprendizagem: “acho que não se deve só privilegiar o trabalho de grupo ao nível das ciências, mas também o trabalho individual, pois cada criança tem que construir o seu próprio conhecimento” (Ei).

Apesar destas considerações, as propostas didáticas resultantes da apresentação dos incidentes críticos revelaram a exposição, por parte da professora, como a estratégia mais frequente:

(...) dependeria de, nós nunca saberíamos realmente porque é que ele tinha morrido, se existem as três opções, as três eram viáveis, acho que diria isso, que as três respostas, as três conclusões são as três certas, que podem ser as três causas prováveis para... (IC3i).

(...) diria que realmente o Pedro tem razão, pois até hoje ninguém viu dinossáurios e ninguém sabe qual a sua verdadeira cor, mas através de estudos que têm sido feitos, não está comprovado, mas existe a hipótese de, dos dinossáurios não serem cor-de-rosa, de serem mais verde, mais castanhos. (IC4i).

(...) acho que nesta situação, acho que ele não tinha percebido como se faz o efeito de estufa, teríamos que explicar novamente o conceito e as causas (...) pois ele diz aqui que os cientistas é que são culpados disto tudo, e a ideia é explicar que eles não são culpados de tudo! Nós é que somos culpados, não é como se fosse culpa, tem a ver com a evolução, as coisas vão evoluindo [pausa], explicaria novamente o efeito de estufa, as causas, as

consequências novamente também, e dava, tentava ver que nem tudo o que é inventado, nem tudo o que é feito é mau, dar uma outra perspectiva, falar se calhar nos medicamentos. (IC5i).

Segundo esta futura professora, a área de EM e das Ciência da Natureza são particularmente relevantes para o desenvolvimento de competências no domínio das atitudes, em particular, a curiosidade e a criatividade, bem como do domínio do raciocínio, mais concretamente o desenvolvimento do raciocínio crítico. Referiu igualmente o desenvolvimento de competências no domínio do conhecimento substantivo e processual, como por exemplo, a pesquisa:

Criatividade, curiosidade, eles devem ser curiosos, desenvolver essa competência, ahh, serem competente às vezes a selecionarem a pesquisa, a fazerem a pesquisa, seleção da informação (...) o serem críticos, porque é que é assim, porque é que não podemos fazer de outra maneira, sugerir as várias opções [pausa], e depois a nível cognitivo, os conhecimentos obviamente (...) a criatividade passa sobretudo por, é a criatividade juntamente com a curiosidade, é que passa sobretudo por, porque é que é assim? (Ei).

A pouca preocupação relativamente ao ensino da NC esteve igualmente patente nos incidentes críticos. Apenas numa das situações a João expressou, de forma explícita, a necessidade de trabalhar com os/as alunos/as aspetos de índole epistemológica, em particular, o carácter tentativo do conhecimento científico:

(...) acho que aí tinha que ser explicado muito bem, é a tal questão que nem tudo é um dado adquirido, estão sempre a fazer novas descobertas, faz com que certas definições, certas coisas mudem de nome ou de categoria, acho que era uma bocado explicar realmente como é que era a ciência (...) com as novas descobertas, com o avanço da tecnologia, com o sabermos mais, que a definição tinha que se alterar pois não correspondia à definição atual que nós temos de planeta, havia certos parâmetros que não eram, que não eram, como é que se diz, que não eram... cumpridos, sim exatamente, por isso se a criança continuasse muito indignada, [risos] acho que no dia a seguir, ou na aula a seguir podia trazer um exemplo dos parâmetros que são definidos (...) o que é que mudou, coisas palpáveis. (IC6i).

Relativamente às razões que justificam a aprendizagem das ciências, desde os primeiros anos de escolaridade, a João foi perentória, indicando que é fundamental, pois faz parte da formação de qualquer cidadã/o, dado que a ciência está presente no nosso quotidiano:

(...) a mesma finalidade do que a língua portuguesa, tem a ver com o nível da formação, faz parte de nós, faz, a ciência no fundo também é o mundo que nos rodeia, acaba por nos rodear, se calhar não é de uma forma tão direta como a língua, que utilizamos todos os dias, mas acaba por estar implícito em pequenas coisas que nós nem reparámos, é, não sei, não

sei explicar, é algo intrínseco, algo que temos que fazer parte, a nível de formação a nível de tudo, porque é que não haveria de fazer parte? [risos]. (Ei).

Ao longo da entrevista foi igualmente notória uma postura muito crítica face às práticas que a João tem vindo a observar, no âmbito do EM. Na sua opinião, são vários os constrangimentos e de natureza diversas, como o facto dos/as professores/as “não se sentirem à vontade, ou às vezes a pressão da própria escola, e da pressão dos próprios pais” (Ei). Sugeriu ainda a necessidade de um “investimento das escolas e se calhar talvez do ministério, para haver mais incentivos para esta área das ciências, que é uma área tão grande” (Ei) e de “aliar a ciência a essas duas áreas [Língua Portuguesa e Matemática] e fazer um melhor trabalho” (Ei).

Conceções sobre a ciência

Através da análise das respostas ao questionário e da entrevista de *follow-up* tornou-se evidente que, para esta participante, o conhecimento científico apresentava um carácter tentativo uma vez que “a ciência é uma área que está sempre em evolução e, se está sempre em evolução, ela é alterada ao longo dos tempos através do desenvolvimento da tecnologia e do desenvolvimento das mentalidades” (Q1). Apesar de mencionar o desenvolvimento das mentalidades ao longo dos tempos, a João não conseguiu explorar essa ideia, nem as suas consequências na reinterpretação dos dados, pelo que as suas visões foram consideradas parcialmente informadas.

Inicialmente, a João expressou visões limitadas sobre o papel da subjetividade e dos quadros teóricos no desenvolvimento do conhecimento científico. Para esta participante, a coexistência de diferentes hipóteses explicativas para o desaparecimento dos dinossauros devia-se, em grande medida, à qualidade dos dados obtidos:

(...) como os dados são tão vastos e tão pouco precisos, acho que podem criar inúmeras hipóteses e acho (...) que as duas hipóteses são as mais viáveis, ou as mais aceites, e acho que continuam a defender porque realmente da sua perspectiva, e com os dados que obtiveram com a sua pesquisa, acham que a sua teoria é que está certa (risos) (Q1fu)

O facto de indicar que não existem evidências suficientes ou conclusivas para defender uma hipótese, em detrimento da outra, revela que a João não reconhecia que existem outros aspetos, para além dos dados, que desempenham um papel importante na

formulação de hipóteses, nomeadamente, a necessidade dos dados serem interpretados dentro de determinados quadros teóricos.

A natureza empírica do conhecimento científico era, inicialmente, reconhecida pela João. Para esta participante era exatamente este aspeto da NC que conferia especificidade à ciência pois, “enquanto as outras disciplinas se baseiam mais no abstrato, a ciência observa e “analisa” de forma concreta, através de exemplos” (Q1). Contudo, nalgumas situações, a João acreditava que o desenvolvimento do conhecimento científico incidia unicamente em evidências diretas, obtidas a partir de experiências, o que denota uma visão limitada relativamente a este aspeto da NC.

Antes do ingresso no programa, a João perspetiva o papel da sociedade e da cultura no desenvolvimento do conhecimento científico:

Penso que a ciência reflete valores culturais e sociais, pois as questões a que a Ciência responde partem de questões feitas pela sociedade, parte do querer saber mais de alguém, e esse alguém não é um ser universal, é um ser que se encontra envolvido numa sociedade. (Q1).

Mencionou ainda que a ciência “não existe por si só” (Q1) o que evidencia uma visão contextualizada da ciência. No entanto, apesar do “ponto de partida/hipótese [ser] sempre dotada de valores culturais e sociais” (Q1), esta futura professora admitia que “talvez a “resposta final”/descoberta seja apresentada com um carácter universal” (Q1), o que indica uma visão parcialmente informada sobre o papel dos valores sociais e culturais no desenvolvimento do conhecimento científico.

O discurso da João revelou ainda uma visão limitada no que diz respeito às funções e relações entre as teorias e as leis científicas. Apesar das definições formuladas pela participante não utilizarem o nível de prova como um critério para diferenciar os dois conceitos, não revelaram uma compreensão detalhada das funções inerentes às teorias científicas: “uma teoria existe, pois não é uma verdade absoluta e existem várias respostas para um só acontecimento. Uma lei científica é algo que é observado, como se fosse uma questão lógica: se x acontecer, isto vai acontecer” (Q1). Para além disso, a João revelou alguma ambiguidade na utilização destes conceitos, recorrendo muitas vezes ao significado coloquial do termo teoria: “pois se não existir uma prova de como certa teoria é verdade, então será sempre uma teoria” (Q1).

A criatividade era, na opinião da João, uma característica relevante do trabalho dos cientistas, contudo, não igualmente valorizada ao longo de todas as etapas da

investigação científica. Para esta participante, a criatividade era mais evidente antes da recolha de dados, “maioritariamente na planificação (...) quando se pensa sobre o assunto, quando se está com o problema, quando se está a pensar como é que podemos recolher, como é que podemos fazer” (Q1fu). Além disso, a possível criatividade que a João admitia existir após a recolha de dados, não correspondia à etapa de análise e interpretação dos dados, mas sim à eventual necessidade de uma re-planificação. Importa ainda referir que esta visão limitada, relativamente à importância da criatividade e da imaginação, era bastante consistente com a ideia defendida pela João de que “os dados falam por si” (Q1fu).

Relativamente aos objetivos inerentes à realização de uma experiência científica a João realizou o seguinte comentário:

(...) uma experiência é realizada para comprovar algo sobre a qual não se tem certezas; é realizada como base numa suposta verdade... serve como base ou é a base para o que era uma hipótese, se tornar verdade; serve também para descobrir novas “realidades/verdades” acerca do mundo que nos rodeia. (Q1).

Apesar do objetivo ter sido facilmente enunciado, a participante revelou mais dificuldade em explicitar em que consistia uma experiência científica. Por um lado, referia que a experiência “é quando nós estamos mesmo a manipular, mas tem sempre por de trás as tais hipóteses” (Q1fu), mas noutras situações utilizava o termo de forma mais coloquial, “por exemplo, eu não posso afirmar que certa fruta faz mal sem nunca ter visto, experimentado essa mesma fruta” (Q1). No entanto, era perentória ao referir que o desenvolvimento do conhecimento científico requeria sempre experimentação, afirmando que, no caso da Astronomia, essa experimentação pode ser feita pois “podem criar um ambiente parecido ou quase idêntico no laboratório” (Q1fu). Quando questionada sobre o número de experiências ou evidências necessário para se comprovar uma hipótese, a João referiu que era necessário “fazer mais do que uma vez, porque uma vez significa muito pouco, é o princípio para...” (Q1fu). Do exposto é possível concluir que a João apresentava, inicialmente, uma visão ingénua relativamente à natureza das metodologias científicas.

A imagem do cientista “louco”, trancado no laboratório era perfilhada pela João, antes do seu envolvimento no programa Ciência ao Vivo: “aquela imagem que às vezes nós temos do cientista louco trancado no laboratório (...) pode parecer um bocadinho infantil mas são aquelas representações que nós sempre tivemos da ciência, por mais idade que nós tenhamos, as representações estão cá” (Q3).

Caraterizava ainda o/a cientista como alguém que tem “que estar constantemente a estudar, a saber o que é que há de novo” (S_A), com muito rigor e de forma muito minuciosa. Embora acreditasse que os/as cientistas trabalhavam em grupo, “sempre em grupo” (S_A), a João considerava que a comunicação entre as diferentes equipas era diminuta devido a possíveis casos de plágio: “é o meu trabalho, é o meu trabalho, não vou mostrar a ninguém para não haver a cópia, para não andarem a fazer o mesmo projeto que eu estou a fazer” (S_A).

As próprias áreas associadas à intervenção de um/a cientista eram, segundo a participante, pouco diversas e associadas às “descobertas se calhar mais no laboratório (...) mais de laboratório, ou pegar em dados e fazer novas descobertas, mas sempre focado no laboratório, se calhar mais química, e a parte mais da física” (S_A).

O programa Ciência ao Vivo

Motivações para o envolvimento no programa

Para a João, o desenvolvimento de profissionais docentes de qualidade passava, necessariamente, por um forte investimento e comprometimento com a formação ao longo da vida. Com base nesse pressuposto, mencionou que qualquer oportunidade formativa não devia ser desperdiçada. Além desta perspetiva mais holística, sobre a importância genérica de aprender, a João considerou que o programa Ciência ao Vivo, ao abranger a área das ciências, uma área relativamente à qual não se sentia particularmente motivada, fornecia uma razão adicional para o seu envolvimento. Portanto, as motivações invocadas pela João, surgiram da interseção entre uma forte convicção e uma autoavaliação, respetivamente, a importância de apostar no seu desenvolvimento e a consciência das suas fragilidades na área das ciências:

João - Primeiro, como já tinha dito, a nível de formação nunca é demais, e acho que temos oportunidade de poder participar em algo que nos vai ajudar na nossa formação, ótimo, acho que, enquanto professores, todos os professores deviam investir na sua formação, e depois também como já disse é uma área na qual não estou tão bem, ou não sou tão dedicada.

Investigadora - Neste momento não te consideras muito motivada para as ciências?

João - Um bocadinho mais! Mas em comparação com as outras áreas, um bocadinho menos. (Ei).

Em estreita harmonia com as motivações que galvanizaram a João a participar no programa, emergiram as suas expectativas, em particular, o desejo de aumentar o interesse e a motivação pelas ciências:

Espero que seja mais a nível, motivador, que chegue ao fim e que tenha a capacidade de continuar o meu trabalho ao nível das ciências, de procurar, de pesquisar, de querer saber mais, pois como eu disse, acaba por ser um mundo, e há coisas que eu gostava de pensar, porque é que é assim? (Ei).

Estas expectativas, apesar de serem relevantes em termos pessoais, apresentavam um cunho eminentemente profissional, pois a João pretendia capitalizar a sua experiência, nos contextos reais de ciência, para a sala de aula:

(...) para depois quando estiver na minha prática poder fazer a ponte entre os dois (...) e se calhar ter mais criatividade para preparar as atividades (...) e de fazer a ponte, entre trabalhar diretamente com o cientista, que trabalha mesmo na área, e depois fazer a ponte, de atividades. (Ei).

O contexto real de ciência

Dado que a investigação na área da Geologia já se encontrava previamente delineada, o cientista aproveitou a primeira sessão para dar a conhecer à João, e à sua colega, o contexto que despoletou o interesse pela investigação, bem como os objetivos das experiências que iriam ser levadas a cabo. Durante esta fase inicial, o cientista desenvolveu diferentes esforços, adaptando a linguagem científica e utilizando analogias, no sentido de facilitar a compreensão dos fenómenos e conceitos geológicos:

O Frederico então diz que a parte mais superficial da Terra é rochosa, é como se fosse uma crosta crocante e que estava fraturada, que há zonas onde há formação de crosta - fala dos limites construtivos - e diz que se só existissem estas zonas então a terra estaria a aumentar de volume o que se sabe que não é verdade. (NC).

Apesar deste esforço, a primeira avaliação da João enfatizou as dificuldades sentidas em virtude da complexidade conceptual da investigação, tal como é evidente na seguinte nota de campo:

Perguntei o que elas tinham achado e a João disse – são muitos conceitos. E a Helena disse que a unidade curricular X tinha ajudado bastante para perceber aquilo e que algumas coisas já tinham ouvido falar (...). A João voltou a frisar que tinham sido muitos conceitos. Eu referi

que (...) elas deviam estar super à vontade para perguntar tudo aquilo que achassem relevante. (NC).

Ainda assim, a João mostrou possuir conhecimento sobre as motivações e o contexto que deram origem ao trabalho investigativo. Para isso, recorreu às explicações iniciais do Frederico:

(...) é estranho, por aquilo que ele nos explicou, a zona, geologicamente a zona onde o terremoto aconteceu, supostamente, não é possível, não é provável que aconteça nesta zona, o que eles estão a tentar descobrir é o que é que originou um terremoto com uma magnitude tão grande. (S2).

O apoio e suporte conceptual não se limitou à fase inicial da investigação. Durante as várias etapas do trabalho, os diferentes elementos da equipa de investigação ajudaram as participantes a compreender a linguagem e a terminologia através da partilha de informação (ex: artigos), de discussões sobre termos chave, ideias e fenómenos importantes utilizando linguagem mais coloquial:

Entretanto um dos alunos de Geologia disse à João e à Helena – mostrando no seu *ipad* – que havia um livro muito bom de Geologia e que tinha muitos recursos *on-line* como animações e *PowerPoints* e que podia ser bom para elas. A João pediu logo para ele enviar para os *e-mails* delas essa informação. (NC).

Os alunos da licenciatura em Geologia tiveram, na opinião da João, um papel importante na mediação e na adequação dessa linguagem. Segundo a participante “é mais fácil também para nós percebermos quando estamos com pessoas da nossa idade ou que estão no mesmo patamar [e faz o gesto de entre aspas] que nós [risos]” (S5). Este apoio é bem evidente no seguinte episódio:

Depois começaram a falar das falhas de desligamento e começaram a dizer que era esquerda ou direita... a João olha para mim e eu digo – pergunta. Mas curiosamente nem foi necessário - o Z. disse, estão a perceber porque é esquerda ou direita... elas em uníssono dizem: Não! Então todos explicam... [Pela cara acho que ficaram a perceber!] (NC).

Alguns dias após o início do estágio a João manifestou-se preocupada com a construção do diário de bordo. As dificuldades conceptuais que foi sentindo constituíam o principal motivo dessa preocupação. Esse sentimento foi expresso à investigadora: “Mais tarde a João veio ter comigo e pergunta – no diário de bordo é preciso colocarmos os conceitos, é que são tantos! ... Expliquei novamente o objetivo do diário” (NC). Apesar dessa explicação ter relativizado a componente conceptual e ter dado ênfase à natureza reflexiva e emocional, a João acabou por não desenvolver o diário de bordo.

Antes de se ter dado início à componente prática da investigação, o cientista procedeu à explanação de um conjunto de regras e técnicas. Nesta fase do trabalho, e segundo a participante, “não tivemos só a ver, vestimos a bata e estivemos a mexer” (Ef), ou seja, o seu papel não ficou restringido à observação, tendo participado ativamente em diferentes procedimentos inerentes à preparação/arrumação do material e montagem da experiência, como “a separação das areias, o tingir as areias (...) na montagem da experiência, da caixa em si, e depois o computador (...) e o motor, e colocar a câmara e depois toda a parte do arrumar o laboratório” (Ef). A João revelou ainda que a preparação das experiência não correspondeu às suas expectativas iniciais, tendo sido muito mais longa do que esperava:

(...) eu acho que é preciso ter um bocado de paciência, no nosso laboratório ao início nós queríamos logo, pelo menos eu falo por mim, eu queria logo e nós tivemos que ir várias vezes ao laboratório, preparar material, arrumar tudo, depois corria mal, tínhamos que voltar atrás, primeiro que começássemos. (S2).

A João também colaborou na recolha de dados. Os dados foram obtidos através do registo fotográfico, tanto do processo deformativo, como dos cortes internos realizados após o humedecimento do modelo. Foi durante este período que as participantes manifestaram mais contentamento e admiração: “A Helena e a João batem palmas e abrem a boca com um ar de enorme satisfação quando vemos as primeiras estruturas a formarem-se” (NC). À medida que a experiência se ia desenrolando, e que o seu conforto ia aumentando, há vários momentos em que a João, de forma autónoma, questionou a equipa sobre os fenómenos que observava no modelo:

A João pergunta – mas porquê estes ângulos? O Frederico diz que a dada altura foi só no âmbito teórico, que certamente há algum exemplo na natureza com um ângulo de 60 e que até já pediu a eles para tentarem encontrar um exemplo para depois comparar.

(...)

A João pergunta: por que é que o cavalgamento se formou aqui? O Frederico explica que isso tem a ver com a superfície de desligamento e fala da questão da placa de alumínio.

(...)

Entretanto forma-se um novo cavalgamento. A Helena pergunta: e isso acontece? O Frederico vai ao quadro e utiliza os desenhos que já lá estavam para explicar aquela estrutura. A João diz: é para “compensar” a tensão! A João pergunta: por que é que o segundo *horst* está inclinado? O Frederico diz que é por causa da estrutura em gravata mas que depois explica. (NC).

Em virtude das dinâmicas anteriormente descritas, a João caracterizou o ambiente de forma muito positiva. Realçou, sobretudo, o facto de ter sido muito inclusivo, participativo

e descontraído. Esta avaliação resultou, em larga medida, da natureza das atividades realizadas, em particular, das discussões que foram emergindo no seio do grupo de investigação. Para ilustrar este aspeto, a João estabeleceu a seguinte analogia: “como se fosse uma conversa de café, mas não uma conversa de café banal, uma conversa de café, havia muita discussão de ideias (...) estar ali a conversar, a colocar ideias na mesa, vamos ver se é possível” (Ef). Segundo a João, as características pessoas e profissionais dos vários elementos da equipa de investigação, bem como as relações interpessoais, foram determinantes para a construção deste ambiente. A este respeito, destacou o facto de o Frederico ser uma pessoa descontraída e muito disponível para ensinar:

O Frederico pareceu ser uma pessoa muito descontraída, disponível para ensinar, e acho que é uma pessoa que tem muito paciência para os alunos, no sentido em que realmente está disponível para ensinar, está disponível para aprender com eles, está disponível para os ouvir, e acho que sobretudo isso, o estar disponível, e o descontraído, caracterizam o Frederico. (Ef).

Não obstante o ambiente ter sido, logo desde o início, muito inclusivo, a João considerou que o seu envolvimento nas tarefas e o seu grau de conforto foi crescendo com o tempo:

(...) eu acho que desde o início eles fizeram-nos sentir confortáveis, acho que depois tem a ver connosco, de não nos metermos logo ali à vontade, mas acho que foi crescendo, que nos fomos integrando, o facto de participarmos nas tarefas ajudou imenso, acho que foi aumentando, não posso dizer que fomos mal recebidas, mas o meu bem-estar, o meu à vontade foi aumentando. (Ef).

Apesar dos vários esforços realizados pela equipa de investigação, as dificuldades conceptuais não foram ultrapassadas ao longo do estágio. Na entrevista final, a João continuou a referenciá-las e identificou-as como o principal constrangimento que sentiu ao longo da sua participação:

(...) no estágio a linguagem científica, acho que foi o nosso maior entrave, que houve ali alturas que nós, o que é isto, e às vezes eles repetiam 2 ou 3 vezes o mesmo, mas que eram nomes estranhos que para nós não tinham qualquer sentido, eu acho que essa foi uma das grandes dificuldades... acho que a maior dificuldade foi mesmo apropriarmo-nos daquele conhecimento científico. (Ef).

Segundo a João, foram exatamente as dificuldades conceptuais que a impediram de ter um papel mais ativo no desenvolvimento das atividades investigativas. Considerando uma linha imaginária entre totalmente observadora a totalmente participante, a João

considerou a posição intermédia como a posição que melhor ilustrava o seu papel no estágio:

(...) eu situo-me mais algo entre os dois papéis, um bocadinho a puxar para o observador, sim, pois apesar de nós termos participado nas tarefas, e termos contribuído e de vez em quando, quando perguntávamos porque é que é assim, acho que houve uma das vezes que o Frederico disse, ainda bem que perguntam isso, não sei se houve aí algum processo que o fez reencaminhar para outros caminhos, mas apesar disso, no meio, mais para observadora, pois no fundo, a nível científico e a nível de linguagem nós sentimo-nos ali perdidas. (Ef).

Os seminários

Ao longo do segundo seminário, dedicado à reflexão sobre as influências sociais e culturais no desenvolvimento do conhecimento científico, as intervenções da João apresentaram um carácter argumentativo e avaliativo, o que permitiu que os seus raciocínios e visões fossem audíveis. Por exemplo, perante a problemática - será que um cientista utilizará animais sabendo que os mesmos são considerados sagrados, no país onde está a trabalhar, caso não partilhe dessas crenças? - a João indicou que, apesar da ciência não ser totalmente universal, “iam fazer à mesma porque fazia parte do trabalho deles” (S2). Mais tarde, as suas intervenções permitiram explorar o significado que atribuída à ideia veiculada de que “a ciência não é totalmente universal”. Tornou-se claro que, para a João, esse atributo apenas estava presente na fase inicial de uma atividade investigativa:

João - Eu acho que o ponto de partida sem dúvida que reflete valores sociais, mas acho que o fim, que os resultados que obtemos são universais, no fundo não há, acho que não há nada que influencie diretamente, o que foi feito é feito segundo as normas, segundo as leis, os métodos estabelecidos.

(...)

João - São resultados feitos, que nós não podemos alterar, que são coisas concretas e acho que nesse sentido a ciência, é nesse sentido, no sentido de experiências, as experiências são feitas, apesar de ter sempre o valor cultural por detrás, de alguém, mas os valores, os valores obtidos, os resultados da experiência, se calhar acaba por ser aquele bocadinho universal, são aspetos opostos mas que acabam por se complementar, não sei se isso faz muito sentido. (S2).

Ao discutirem as fronteiras entre a ciência e a religião, algumas participantes indicaram ser difícil uma pessoa ser profundamente religioso/a e, simultaneamente, cientista, ideia com que a João não se revia. Fruto de experiências pessoais e posteriores reflexões, a

João tinha uma visão mais aberta da religião e que não obrigava ao divórcio entre a ciência e a religião. Mesmo a imersão no contexto real de ciência e em particular o facto de o Frederico não ser religioso, não alteraram a sua visão:

João - Eu acho que depende da maneira como tu acabas por ver a religião. Nem toda a gente vê o cristianismo ou o catolicismo da mesma maneira, eu acho que há diferenças, percebes? (...)

João - Isso depende ou não, por exemplo, eu sou católica, e já tive esta conversa com o padre da minha paróquia.

(...)

João - E tu és capaz de falar destes assuntos completamente à vontade, ele diz que nem tudo o que está escrito na bíblia, não podes ver à letra, por exemplo, percebes?

(...)

João - Por exemplo um dia estávamos no laboratório e o Frederico fez um comentário qualquer sobre, que não acreditava na religião, eu lembro-me que quando ele fez o comentário eu pensei ... mas não é por ele ter uma opinião diferente que vai fazer com que eu deixe de acreditar, que eu vou mudar a minha opinião relativamente à ciência.

Helena - Têm que acreditar nalguma coisa, é isso?

João - Sim, têm que acreditar em algo, não estou a falar agora propriamente na religião. (S2).

Relativamente à necessidade do desenvolvimento científico requerer sempre experiências, as intervenções da João evidenciaram raciocínios muito difusos, sustentados quer nas suas experiências pessoais e crenças, quer nas informações partilhadas pelas colegas. Após a Helena ter associado a manipulação de variáveis ao conceito de experiência científica e ter começado a distinguir o termo experiência de investigação, a necessidade das variáveis serem manipuladas continuava em discussão. Para a João, essa característica resultava da necessidade de se recriar a natureza, indicando o contexto real de ciência como uma possível fonte para o desenvolvimento dessa ideia. No entanto, em virtude de um contra-argumento, a João rapidamente abandonou essa premissa:

João - Eu acho que o controlo de variáveis é só por uma questão de recriar como existe na Natureza, pelo menos no nosso caso.

Investigadora - Sim, no vosso.

Helena - No nosso caso concreto, mas pode não ser, por exemplo no caso delas [olhando para a Carla] ao estarem a variar a dose dos fármacos, não é nada da Natureza.

João - Exatamente.

Helena - É algo criado por nós seres humanos, e estamos a mudar as variáveis. (S3).

Após uma discussão, onde diferentes ideias e pontos de vista foram sendo escrutinados, a João sugeriu a causa para algumas das controvérsias geradas, em particular, o facto

de a Andreia estar com dificuldade em definir se o trabalho onde estava a colaborar era de natureza experimental, ou não: “eu acho que o nosso problema é a definição de experiência científica... pode não ser experimental e pode ser uma experiência científica, não?” (S3). Apesar de posteriormente ter referido ser um “bocado estranho”, esta intervenção é particularmente relevante pois demonstra a dificuldade que a João sentiu em abandonar o termo experiência para referenciar a principal atividade do/a cientista. A introdução de um novo tópico de análise - a eventualidade de uma experiência ser fortuita - evidenciou, ainda mais, que o conceito de experiência estava em desenvolvimento:

Investigadora - E nesse caso verias essa etapa como uma experiência [para a João]?

Helena - Não.

João - Sim, depois não podemos dizer que é bem uma experiência.

(...)

João - Sim, podemos tirar conclusões e depois se calhar como ela, como a pessoa escreveu, que acaba por fundamentar o conhecimento científico, se calhar a partir daí ela podia fazer uma experiência, com tudo planeado, com variáveis controladas. (S3).

Provavelmente impelida a dar sentido às reflexões que se iam desenvolvendo, a João procurou realizar uma síntese das conclusões a que o grupo ia chegando. Contudo, acabou por reconhecer que as mesmas ainda não lhe eram totalmente familiares:

João - Agora, depois da discussão que acabámos de ter se calhar acaba por simplificar um bocadinho, pois nós dissemos que uma experimentação tem que ter sempre, tem que ter variáveis, a experiência, e pelo exemplo da investigação que a Andreia observou que não é, que nem sempre requer experimentação, pois eles da observação, dali vão desenvolver conhecimento científico.

Investigadora - (...) E vocês concordam ou faz-vos confusão?

(...)

João - A mim também faz-me confusão. (S3).

Numa das suas intervenções posteriores acabou por referir que “uma investigação não significa que tenha uma experiência” (S3), o que denotou um nível de clarificação superior. Contudo, a João passou a evidenciar um conflito entre aquilo que lhe estava a ser relatado e as conceções e crenças que possuía, em particular a crença segundo a qual o desenvolvimento do conhecimento científico requerer sempre experiências científicas:

João - Eu era, ou sou da opinião (...) que para nós aceitarmos uma teoria... temos que ter sempre algo que comprove essa teoria, daí a experiência.

Investigadora - Então para ti só a experiência é que prova?

João - Mais ou menos, pois agora que nós ouvimos o exemplo da Andreia, se calhar a partir dos dados que recolheram, das observações que fizeram vão conseguir... provar de uma maneira um pouco diferente.

(...)

João - Sim, e se calhar até vão conseguir desenvolver o conhecimento científico acerca da parte das pescas, dos peixes, da reprodução.

(...)

João - Acho que é um bocadinho... se calhar não sou tão crente em relação a uma investigação que não tenha a parte da experimentação e uma investigação que tenha a parte da experimentação.

(...)

João - Sim, mas nunca, eu acho que no caso das pescas é diferente, é sempre uma teoria, eles nunca sabem realmente o que é que vai acontecer, pois existem imensas variáveis que podem alterar (S3).

O significado atribuído pela João ao termo “teoria” e “prova” contribuíram para agudizar este conflito. Para além disso, a João revelou uma visão positivista da ciência ao indicar que as investigações, sem recurso à manipulação de variáveis, apenas “provam de uma maneira diferente” ou que as conclusões constituirão “sempre uma teoria”. Outro aspeto relevante, quer do exemplo anterior, quer do próximo, relaciona-se com a necessidade que a João foi revelando em dar sentido às informações relatadas, em particular sobre o tópico das pescas e da Astronomia, sem abandonar as suas crenças:

João - Relativamente à Astronomia, realmente as observações que têm sido feitas desenvolveram o conhecimento científico mas são uma teoria...

Investigadora - Mas...

João - Mas são teoria à mesma, certo?

(...)

João - Mas realmente o desenvolvimento do conhecimento científico, realmente não tem que ser só a ver com teorias comprovadas, as teorias estão incluídas, as hipóteses estão incluídas.

(...)

João - Sim, para mim, é a minha opinião, que sempre que eu quiser comprovar uma hipótese, para deixar de ser teoria, requer sempre experimentação. (S3).

Fruto de um apelo por parte da Helena, em analisar o caso específico da Astronomia, o discurso da João continuou a evidenciar a necessidade das atividades experimentais. No entanto, passou a indicar que nalgumas áreas, dada a impossibilidade de serem recriados os ambientes naturais, poder-se-ia recorrer a outra abordagem:

João - Também não devem ter conseguido criar um ambiente que, no laboratório...

(...)

João - Portanto, deve ter sido mesmo através da observação.

Helena - Pois lá está. E conseguem ou não conseguem comprovar? No entanto não há experiência.

João - Mas qualquer pessoa pode dizer, ai não, eu não acredito...

(...)

Helena- Por isso eu acho que a nossa opinião é que, requerer não requer, mas quando existe...

(...)

Helena - E depende sempre muito do que se está a estudar, lá está, não é?

(...)

João - Existem ambientes que nós conseguimos recriar e outros são mais difíceis de recriar, tem a ver com as condições de recriação desses ambientes. (S3).

Relativamente ao carácter empírico da ciência a João começou, a pedido da moderadora, por explicitar alguns termos e expressões, nomeadamente o termo “concreto” que, na sua opinião, era sinónimo de “observável” ou “de coisas que eu posso tocar”:

Investigadora - Ah, ok, de coisa observável, o observar torna isso uma prova, ou o que é que é uma prova?

João - Eu acho que é o nós vemos com os nossos olhos, nós vimos como é que se faz, nós vimos, opções ou ideias que foram criadas para suportar uma ideia ou uma teoria. (S4).

Apesar de afirmar que o carácter empírico é o aspeto que diferencia a ciência de outras áreas do conhecimento, a João acreditava que as fronteiras eram bastante ténues.

Investigadora - Isso são evidências, mas a religião está muito preocupada com obter essas evidências, essas observações?

João - Eu acho que ela não está muito preocupada em obter essas observações, mas eu acho que as coisas hoje em dia já não existem por si só, a religião não existe sozinha, inevitavelmente, a ciência e mesmo com a arte, já está tudo um bocadinho interligado, pois as próprias pessoas sentem necessidade de observar, de saber, de querer comprovar, na religião, na arte, e acabam sempre por ir buscar essa parte da ciência. (S4).

Relativamente ao papel dos referenciais teóricos na interpretação, a posição da João foi evoluindo ao longo do tempo. Começou por referir que concordava que nem sempre as interpretações dos fenómenos eram iguais devido aos objetivos associados à observação:

João - Eu acho que a observação acaba por ser a mesma, a interpretação é que é um bocadinho diferente, que foi o caso.

(...)

João - Mas acho que os objetivos com que eles vão observar são diferentes, e logo aí eles vão procurar diferentes perspetivas e vão procurar diferentes coisas na observação. (S3).

Após alguma discussão sobre a importância das ideias apriorísticas na interpretação dos fenómenos, a João recorreu a um exemplo da formação inicial de professores/as, em particular de uma saída de campo, para ilustrar o assunto em discussão:

Helena - Nós não olhamos para uma falha geológica da mesma maneira que o Frederico olha.

[Risos]

João - Nem pensar.

(...)

João - Mas é verdade! Mesmo quando fomos aquele sítio no ano passado, no Algar...

Helena - Serra de Aire.

João - Exato, quando o professor explicava aquilo, eu olhava para aquilo de uma maneira.

(...)

João - Pois já tenho a explicação, já tenho a parte científica aqui a mobilizar com os outros conhecimentos, fazer ligação.

Helena - E ele alertou para aspetos.

João - Exatamente. (S4).

Ainda assim, a necessidade de conferir à ciência um carácter objetivo emergiu por parte da Helena. Como tal, a Helena e a João foram analisando as atividades que tinham presenciado no contexto real de ciência com o objetivo de estabelecerem um consenso sobre o tópico em análise. Durante esta interação tornou-se muito evidente que a João contemplava a importância dos referenciais teóricos no desenvolvimento do conhecimento científico:

Helena - Eu acho que sim, eles [os investigadores do contexto real de ciência] tentam arranjar recursos e instrumentos para serem o mais objetivos possível, portanto aí eu acho que sim.

João - Mas por outro lado, como disse agora na sessão, ele tenta que seja neutra mas também parte de conhecimentos e de dados que já foram achados anteriormente.

Helena - Parte de uma hipótese também, muitas vezes, não é?

(...)

João - Eu acho que há sempre subjetividade mas depois há sempre tentativa de que... pois eu própria se for fazer uma experiência é normal que eu já tenha alguma ideia, mas eu própria, sem consciência, se calhar na observação, se eu tivesse numa situação, já tenho que observar mais do que uma ou mais do que duas, acho que a nossa consciência ajuda-nos a ser um pouco mais...

(...)

João - Mesmo quando nós estávamos lá e quando ele estava a discutir com os alunos, que era para ter as diferentes perspetivas, pois ele já está tão fixado para aquilo e para aquela área, se alguém de fora, que não percebe tanto ou que costuma ter mais dúvidas, ele, realmente não tinha pensado assim, já tinha interiorizado.

(...)

João - Mas ele tenta afastar-se um bocadinho disso, não é?

(...)

João - Eu acho que não podemos ser [e faz um gesto com a mão –dizendo que não há um denominador comum].

Helena - Nada é neutro mas se calhar hoje em dia os cientistas tentam que seja.

João - Mas não é! Pois é difícil que seja neutro, é muito difícil. (S4).

O carácter ensaístico da NC foi um aspeto muito visível no discurso da João. Mesmo perante os exemplos fornecidos pelas colegas, em particular pela Helena, a João continuou a defender e a justificar a sua opinião, revelando a necessidade de bastante rigor no momento de formular conclusões para algumas investigações científicas. Relativamente às razões que justificam a natureza tentativa do conhecimento científico a João referiu, essencialmente, “a evolução da própria tecnologia e das observações” e o facto de considerar que “o nosso planeta não é estático”:

João - Não, nós nunca sabemos se é verdade ou não! É o que se aproxima mais da realidade do que conhecemos ou que pensamos conhecer.

(...)

Helena - Por exemplo, estou a lembrar-me que... temos aqui uma ciência que procura hipóteses e há anos que se tenta encontrar a cura da SIDA (...) e finalmente descobriu-se a cura nos bebés, e pronto, quanto a isso, pelo menos por enquanto não há nada a dizer que a criança realmente está curada, encontrou-se a resposta, é verdade, ninguém pode dizer que é mentira, ou será que alguém diz que é mentira?

João - O que eles podem dizer é que funcionou para aquela criança.

(...)

João - Mas já é um bom ponto de partida, se funcionou com uma criança, à partida vai funcionar com as outras, à partida, mas agora tem que ser feita uma continuação.

(...)

João - O que se pode dizer é, segundo as informações que temos agora, segundo o que nós sabemos agora isto está certo, não quer dizer que a longo prazo...

(...)

João - Nós nunca podemos afirmar que é assim e vai ser sempre assim, segundo os dados que temos agora é assim, ou segundo o que se conhece a teoria mais atual é esta mas nunca se pode dizer, ou não se deve dizer que é assim e ponto. (S5).

A diferença entre teorias e leis foi um aspeto amplamente discutido num dos seminários. Em grande medida, a utilização polissémica do termo “teoria” originou ideias por vezes divergentes. Em algumas ocasiões, a João utilizou o termo como sinónimo de crença e, noutras, como sinónimo de hipótese. No entanto, os comentários das colegas e da moderadora permitiram dar visibilidade à fronteira entre a aplicação científica e coloquial deste termo:

João - Se fores uma pessoa religiosa a teoria é que deus criou o mundo, mas a nível científico não, percebes?

Carla - Mas não é uma teoria, isso é uma crença.

João - Depende de como encaras, se calhar para a igreja é a teoria.

(...)

João - Por exemplo, aqui no caso dos dinossáurios, são duas teorias.

Leonor - Sim, e há uns que acreditam que...

João - Mas não deixam de ser teorias.

Investigadora - Engraçado, aqui não é utilizado o termo teoria, mas sim duas hipóteses explicativas para essa extinção.

João - Ahhh, ok, se calhar não é teoria. (S5).

Posteriormente, a João começou a revelar ideias mais consentâneas com a literatura, tendo enfatizado que um dos atributos da teoria era reunir consenso no seio da comunidade científica:

Investigadora - Sim, mas aí ele [o/a cientista] tinha uma hipótese, uma teoria, era uma previsão?

Helena - Era uma teoria, se calhar dele, ele pôs, ele tinha uma teoria de que os ângulos...

(...)

João - Sim, mas então não pode ser chamado de teoria pois para mim a perspectiva de teoria é chamar a teoria quando já tem algum, algumas hipóteses bem assentes, bem definidas, coisas que já observei, que possa...

Investigadora - Tens uma hipótese que pode dar origem a uma teoria, é isso?

João - Isso, que é algo que é aceite.

Leonor - Mas o Big Bang ninguém provou.

João - Mas é algo, é algo, tens razão, mas eu...

(...)

João - Não, eu acho que passa a ser teoria quando é algo que é algo socialmente aceite, pela comunidade científica e pela sociedade, acho que é isso, na minha perspectiva passa a ser teoria quando é aceite.

(...)

João - Pois é a melhor hipótese até agora.

(...)

João - E é a que faz mais sentido.

(...)

João - Mas isto é muito [e levanta os braços, tentando dizer confuso]. (S5).

Inicialmente, a João considerava que a lei, dado apresentar uma natureza lógica, tinha como principal função explicar os fenómenos. No entanto, com o desenrolar da discussão essa ideia foi sendo desconstruída:

João - Eu acho que a lei é que explica, tem mais a ver, eu acho que a lei tem mais a ver com lógica, tem a ver com a coisa observada, a teoria, ahh, isto é tão complicado.

(...)

Investigadora - Por exemplo, a lei de Newton explica porque é que aquilo acontece? Porque é que há aquela regularidade?

Carla - Não.

João - Não.

Helena - Ele diz é que há sempre essa regularidade.

Carla - Só diz que é assim.

João - Então se calhar a lei não explica.

Leonor - Impõe

João - Não, é uma coisa lógica. (S5).

Relativamente às relações entre as teorias e as leis, a participação da João foi particularmente importante para contrariar a relação hierárquica que algumas participantes possuíam:

João - E porque é que não podes partir de uma lei para uma teoria? Se calhar até faz mais sentido, isto acontece, eu sei que isto acontece...

(...)

João - Eu acho que o problema é nós querermos colocar em patamares, e nós não devemos, pelo menos eu falo por mim, eu estou a tentar agrupar.

Helena - Hierarquizares.

João - O que é que vem primeiro mas não dá para colocar em patamares, isto é tudo o mesmo, há ligações. (S5).

Relativamente à criatividade inerente à construção do conhecimento científico, a João recorreu várias vezes a exemplos do contexto real de ciência. Curiosamente ao ler uma das situações selecionadas pela moderadora, a João fez o seguinte raciocínio:

Helena - Os resultados que nós obtemos são universais? Ou seja, aceitam-se como verdades?

João - Eu acho que são universais pois não são influenciados pelos valores, os valores pessoais, eu acho que aqui o universal é que não há influência exterior para além da ciência só por si.

Investigadora - (...) mas depois o que é que eu faço aos dados?

João - Vou analisar.

Investigadora - Eu não quero só os dados, eu quero interpretá-los, dos dados à interpretação...

João - Foi o que falámos na semana passada, eu vou interpretar segundo o meu conhecimento empírico e se calhar se for outra pessoa a interpretar vai fazê-lo segundo o conhecimento dela e o conhecimento empírico já tem a interpretação que ele fez do conhecimento, é uma bola de neve, e se calhar.

(...)

João - Os resultados podem ser universais mas a interpretação desses resultados é que já não.

(...)

João - Eu acho que o Frederico, quando estivemos lá disse uma coisa importante, os alunos com quem tinha mais prazer em trabalhar eram aqueles que o contrariavam ou tentavam novas perspetivas, eu acho que isso das mentalidades que vocês disseram também tem a ver com as perspetivas, se calhar alguém que vai pensar numa perspetiva completamente diferente. (S5).

Durante os seminários, em que foram discutidos aspetos de índole didático-pedagógica, a João mencionou sentir-se pouco à vontade em abordar aspetos da NC, considerando ser uma área onde ainda precisava de investir mais. Apesar de considerar importante promover discussões com os seus alunos e com as suas alunas, também considerava inadequado que a mesma não fosse acompanhada de uma conclusão final mais sistemática:

João - Eu há questões que não [que não me sinto à vontade para trabalhar]! Porque é uma área que não...

(...)

João - Uma coisa, pelo menos da minha parte, tenho que procurar as diferentes opiniões que existem para depois em sala de aula também puder...

Helena - Espicaçar

João - Então, e saber o que estou a dizer, para depois não estar a provocar uma discussão e depois ficar a olhar para eles, e depois, [risos] não é que tenha mal, mas nesse caso já que fui eu que provoquei a discussão, a parte crítica, também chegar a algum lado. (SA).

No âmbito do carácter ensaístico da ciência, a João mencionou que uma abordagem histórica poderia ser muito benéfica para ajudar os/as alunos/as a compreenderem melhor esta característica do conhecimento científico, desde que fosse adotada uma abordagem explícita:

João - (...) é a questão da história da ciência, então, se calhar no nosso discurso falamos de forma não tão óbvia mas os miúdos se não, eu acho que fazer aquele percurso da história da ciência, eles nunca chegam lá porque se calhar nunca foram chamados à atenção de, mesmo que esteja intrínseco ao nosso discurso, não sei.

Investigadora - Então achas que é necessária uma abordagem mais explícita?

João - Sim, eu acho que neste caso da ciência, se calhar noutros conteúdos não, mas neste, nesta parte sim. (SA).

Foram ainda reportadas dificuldades e constrangimentos inerentes ao ensino da NC. Um dos aspetos mencionados está intimamente associado ao enquadramento curricular

do 1º e 2º CEB pois, não sendo um conteúdo programático e não havendo referência explícita à necessidade de trabalhar a dimensão epistemológica da ciência, a João considerava que a sua implementação ficava necessariamente comprometida:

(...) e se não está propriamente escrito, assim explícito... realmente nós nunca focamos isto da natureza da ciência [risos], mas também não sei, não sei, porque acho que não, não é, pelo menos da minha parte, não é um conteúdo, que seja assim, o ciclo da água, um conteúdo tão visível, acho que tem a ver com isso. (S_A).

A própria natureza dos conteúdos, em particular, os conteúdos presentes no programa do 1º CEB não contribuíam, segundo a João, para trabalhar questões sobre a NC pois “os conteúdos, no 1º ciclo não vou logo para essa área, sei lá, não sinto que puxe os alunos para terem uma opinião crítica, não promove os diferentes pontos de vista sobre os conteúdos” (S_A). Outros constrangimentos, de natureza curricular, foram igualmente mencionados pela João. Para esta futura professora, a organização do 2º ciclo, em particular o diminuto número de horas dedicado às ciências e o número elevado de professores/as, constituíam entraves à implementação de algumas das estratégias necessárias para abordar a NC:

João - Eu acho que também é a questão do ciclo, do 2º ciclo, porque não existe só um professor para a turma, a turma tem vários professores.

(...)

João - Mas é mais fácil fazer isso no primeiro do que no segundo.

(...)

João - Pois eu acho que o segundo ciclo é um ciclo muito impessoal.

(...)

João - No segundo ciclo as ciências têm um bloco de noventa e depois quarenta e cinco, e acabas por não conseguir trabalhar certos aspetos, porque tu não estás com aqueles alunos, tu não tens tempo para fazer uma sequência, algo sequencial (...) e eu acho que no segundo ciclo é difícil exatamente por causa disso, ok, existem aquelas duas aulas por semana, mas não é tão fácil criares aquela sequência. (S₄).

Na opinião desta participante, os/as alunos/as mais novos, essencialmente do primeiro e segundo ano do primeiro ciclo, apresentam dificuldades comunicativas, em particular na construção e avaliação de argumentos, que constituem um obstáculo à implementação de um ensino sobre a NC:

João - Eu também digo isto pelas idades, pois o ano passado estagiei num primeiro ano, portanto (...) pois, às vezes, pelo menos o ano passado eu senti isso, algumas atividades que não introduzimos porque eles estavam num primeiro ano, e há muita coisa que eles não compreendem ainda, é normal, não é?

(...)

João - (...) porque eles também são muito pequeninhos, e senti essa dificuldade no Estudo do Meio, fazer atividades diferentes, ou atividades em que eles questionassem. (S_A).

Constrangimentos associados à formação inicial foram igualmente invocados pela João em virtude, por um lado, da pouca valorização da NC nas unidades curriculares da licenciatura e do mestrado e, por outro lado, das práticas pouco inovadoras implementadas pelos/as professores/as cooperantes:

(...) os próprios professores que estão lá, eu senti isso no estágio do terceiro ano e no ano passado, eles não se sentem à vontade no Estudo do Meio (...) e o ano passado uma das áreas que não era muito trabalhada era o Estudo do Meio, e acho que isso tem muita influência porque se os próprios professores não trabalham, eles não se sentem também à vontade para perguntar e depois nós próprias temos dificuldade, no primeiro ano, principalmente para quem trabalha o Estudo do Meio a partir de manuais, tivemos dificuldade em implementar algumas atividades. (S_A).

No entanto, a João salientou várias vezes que é o/a professor/a, e as estratégias que utiliza, o principal fator que determina o sucesso das atividades, quer em termos da NC, quer em termos de um ensino por investigação. Ou seja, para esta futura professora, mais do que a tipologia das atividades, o importante era a forma como as mesmas são conduzidas:

Eu penso que às vezes pode não ter a ver diretamente com a atividade, claro que há atividades que podem ajudar mais ou obter diferentes resultados, mas acho que também depende de como é que o professor orienta a atividade, se eu for orientar uma atividade para obter um resultado, quero que dê aquele resultado, se calhar não vai dar espaço aos alunos para discutir, não é, depende da forma como eu vou orientar, do que é que eu quero obter, do objetivo da atividade (S_B).

Apesar de a João ter revelado dificuldade em definir, de forma detalhada, as características de um ensino por investigação, o seu discurso revelou uma conceção bastante abrangente desta abordagem, incluindo uma grande panóplia de atividades, com diferentes graus de abertura, desde as muito centradas nos/as alunos/as às centrados no/a professor/a. Para além disso transpareceu a ideia de que o desconhecimento dos resultados, por parte dos/as alunos/as, era o aspeto mais diferenciador de uma tarefa investigativa:

Leonor - (...) aquilo que eu estava a dizer era, se eu levar o problema, se for estanque, se aquilo que eles forem fazer der resposta aquilo que eu estou a pensar, provavelmente já não vai ser uma investigação.

João - Eu acho que é.

(...)

João - Eu acho que deixa de ser investigação quando o professor já leva os resultados.

(...)

João - Mas por exemplo, tu podes levar uma atividade orientada, e até bastante orientada, mas desde que tu não dês os resultados, os alunos vão investigar, porque para ti não é investigação mas é para os alunos, percebes? Mas se calhar é uma investigação mais pequenita. (S_B).

Embora a João considerasse que as atividades investigativas podiam apresentar diferentes graus de abertura, foi perceptível uma maior identificação com as que possibilitassem um envolvimento mais ativo dos/as alunos/as nas diferentes tarefas a realizar:

Leonor - Por exemplo vá, tenho o azeite e tenho óleo e tenho vinagre, e tenho estas três coisinhas aqui e eu digo, eu quero saber qual deles fica de cima, agora...

João - Façam.

Leonor - Isso, e eles pegam, e agora por exemplo, agora vou por óleo, agora vou por, agora se eu disser, metam primeiro o óleo, depois o não sei o quê, isso já sou eu que estou a orientar tudo, não sei se são propriamente eles que estão a...

João - Mas eles depois também podem, eu percebo o que estás a dizer e para mim investigar faz mais sentido a primeira opção que deste [opção mais aberta], mas na segunda eles depois também podem questionar, então mas porque é que será que aconteceu isto?

(...)

João - Sim, eu acho que é investigação, nesse caso é uma investigação mas em sentido diferente, mas claro que a primeira é muito mais, não sei.

(...)

Carla - Já está a direccionar.

João - Estás a orientar. (S7).

Apesar dos constrangimentos descritos, a João foi revelando uma postura bastante positiva face à implementação de tarefas investigativas. Por exemplo, após a visualização do primeiro vídeo, que ilustrava uma investigação com alunos/as do 2º CEB, a João fez a seguinte avaliação: “eu pessoalmente acho que era possível fazer mas não com aquela quantidade de material que nos é apresentada no vídeo” (S_B). Mesmo perante um constrangimento identificado por uma colega, nomeadamente, o facto dos/as alunos/as portugueses não estarem habituados a este tipo de metodologias, a João relativizou a questão indicando que “isso não seria um impedimento... em vez de demorares 15 dias, se calhar demoras 4 semanas” (S_B). O próprio contexto não foi perspectivado pela João como um impedimento para a realização deste tipo de ensino pois, na sua opinião, “todos [os/as alunos/as] iam adorar” (S_B). Este aspeto é particularmente evidente no seguinte diálogo:

Leonor - Vais ali para o bairro da Boavista, e chego lá com aquilo, a primeira coisa que eles fazem é atirar-te aquilo à cara.

(...)

João - Eu acho que não

(...)

João - Eu acho que tudo depende da maneira como tu apresentas a atividade, tenho aqui qualquer coisa, e não explicas antes, se não surgir, se não fizeres despoletar...

(...)

Leonor - Está bem, mas em certos contextos ia haver disparates pelo meio.

João - Sim, mas se calhar ali também mas não passou no vídeo. (S_B).

É igualmente interessante verificar que, para a João, a investigação retratada no último vídeo se revestia de uma maior complexidade devido à elevada abertura da atividade. De certa forma, esta avaliação parece estar associada ao receio que a participante foi evidenciando relativamente à implementação de investigações muito abertas:

João - Não sei, se calhar, não sei, achei este mais difícil, pois acho que eles tinham uma pergunta inicial, um problema inicial, e depois foram pelo menos por quatro ramos, o peso, a superfície, e como eles tinham tantos caminhos por onde ir, achei muito mais difícil, ou então é mais fácil para eles pois não têm ali algo a cingi-los, mas se calhar para o professor, em termos de orientação da atividade, depende do objetivo, mas achei que era mais difícil, pois tinha ali uma série de hipóteses e mesmo assim eles conseguiram chegar a quatro.

Helena - Assusta-te o facto de eles poderem fazer muitas perguntas?

João - Não é o fazer perguntas, se calhar a professora também orientou para que chegassem àquelas quatro situações, não sei.

(...)

João - Ela não tinha nada definido, era o que surgisse, acho eu, era o que surgisse das próprias crianças. (S_B).

A avaliação global do programa

Em termos globais, a João realizou uma apreciação bastante positiva da sua participação no programa, tendo indicado que: “gostei, gostei bastante, senti-me feliz de participar, pois acho que aprendi bastante, portanto o sentimento de realmente ter aprendido algo, de ter evoluído, acho que isso é o mais importante” (Ef).

Na opinião da João, uma das principais aprendizagens realizadas ao longo do programa esteve associada à valorização dos processos científicos, um aspeto relativamente ao qual não era particularmente sensível em virtude do percurso académico realizado.

Considerou que esta aprendizagem foi relevante quer em termos pessoais, pois considera-se “uma pessoa muito mais atenta”, quer em termos profissionais, uma vez que passou a ser “uma professora muito mais atenta a essas situações e procuro que os meus alunos façam a questão da hipótese, a questão do experimentar, o de observar (...) a minha maior aprendizagem foi sem dúvida dos processos científicos” (Ef).

Tendo em conta que a transferência da experiência investigativa para a sala de aula correspondia a uma das poucas expectativas que a João tinha depositado no programa, esta valorização dos processos científicos foi determinante para a avaliação positiva que a participante fez do programa:

(...) eu não tinha criado muitas expectativas, ia ver o que é que era e como é que podia participar, mas eu acho que sim, sobretudo ao nível dos processos, para mim os processos nas ciências, do meu ponto de vista e dos alunos (...) as expectativas que eu tinha mais, apesar de não ter muitas era o que é que eu podia retirar dali depois para a sala de aula, e então a questão dos processos em ciência, se calhar era algo em que eu não pensava muito ou que tinha mais dificuldade, e que não valorizava e acho que comecei a valorizar, acho que para mim essa foi a maior aprendizagem neste projeto e acho que essa expectativa de aprender algo e poder passar para a sala de aula foi superada. (Ef).

Para esta futura professora, a valorização dos processos científicos resultou da combinação do estágio e dos seminários, pois “do lado do Frederico tivemos a oportunidade de participar nessa observação e no colocar de hipóteses e nos seminários tivemos de refletir sobre isso” (Ef). Esta ideia foi reforçada ao indicar que a inexistência dos seminários teria sido prejudicial:

(...) se tivéssemos só a experiência de observar, se calhar íamos para casa, pensávamos sobre isso, valorizávamos, mas se calhar não dávamos o valor devido e se calhar nos seminários tivemos a oportunidade de refletir e de conversar e aí sim, formular algum conhecimento e alguma opinião sobre... (Ef).

Esta relação profícua, entre a experiência no contexto real de ciência e a reflexão sobre a mesma, foi várias vezes mencionada como um aspeto muito relevante do programa, assim como, as pontes que foram sendo realizadas entre a experiência e as futuras práticas das participantes:

(...) eu acho que teria tido alguma influência mas nunca teria tido a mesma influência que tem agora, porque como eu disse há bocado, os seminários realmente serviam para nós refletirmos e pensarmos sobre o que estávamos ali a fazer, e eu acho que esta parte do refletir, do pensar, é extremamente importante, pois é quando nós conseguimos assimilar os nossos conhecimentos, ah, é como dizem os professores aqui na ESE, estamos a dar estes

conhecimentos todos, quando forem para a prática começa fazer sentido, aqui é um bocadinho ao contrário, estamos na prática mas precisamos do suporte da reflexão para fazer sentido. (Ef).

Foram ainda referidas aprendizagens no domínio do conhecimento substantivo no âmbito da Geologia, e de alguns conceitos e ideias sobre a NC em que “se calhar tínhamos alguma ideia sobre o que é que eram mas não tínhamos uma ideia ou uma opinião tão bem formulada.” (Ef). O incremento do interesse pela ciência, uma das expectativas que a João também depositava no programa Ciência ao Vivo, foi igualmente alcançado:

(...) estou mais atenta, que se calhar procuro saber mais, às vezes, por exemplo, se tivesse a dar um programa na televisão sobre aquele do BBC da vida selvagem, que eu odiava aquilo (...) e agora se calhar sento-me, e recordo-me no outro dia estava a ver, a observar e a pensar sobre o assunto, então acho que nesse aspeto abriu um bocadinho a minha mentalidade. (Ef).

Por fim, o aspeto que a João considerou mais marcante do programa diz respeito ao facto de ter passado a perspetivar os/as cientistas como recursos relevantes no domínio da educação em ciências.

(...) houve uma situação que o Frederico contou que tinha ido à escola dos filhos e eu, não sei porquê, aquilo ficou-me aqui a matutar na cabeça, que realmente é possível nós convidarmos alguém dentro das ciências para estar na escola, e realmente ele, o Frederico, estava disponível para essa situação, e para mim foi marcante pois a partir daí consegui imaginar várias situações em que podemos fazer o mesmo e que é sempre uma mais valia para os alunos. (Ef).

Em suma, a participação no programa Ciência ao Vivo foi avaliada de forma bastante positiva pela João, dado que contribuiu para o desenvolvimento de aprendizagens no domínio dos conhecimentos substantivos, processuais e epistemológicos, para a criação de uma atitude mais positiva face à ciência e para repensar questões de natureza didático-pedagógicas.

Conceções após o programa Ciência ao Vivo

Conceções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Segundo a João, uma boa aula de EM devia, necessariamente, ter em conta os conhecimentos prévios dos/as alunos/as. Na sua opinião, esse era o aspeto basilar, a partir do qual, qualquer exploração didática se devia desenvolver. Para o diagnóstico das explicações prévias dos/as alunos/as a João considerou relevante apostar na comunicação e, em concreto, na formulação de questões abertas:

(...) realmente uma boa aula do EM tem sempre que partir do que é que eles sabem e das curiosidades, pois a partir daí nós conseguimos fazer uma aula fantástica, e até podemos nem ter muitos materiais na sala mas conseguimos construir uma aula ótima, por isso uma boa aula do EM deve partir muito dos alunos e nalgumas situações acho que é muito, porque é que achas que acontece isto? o que é que tu pensas sobre o assunto? e então vamos pensar em grande grupo ou escrever. (Ef).

Após esta fase introdutória considerou importante, caso fosse possível, partir para uma componente mais prática, onde os/as alunos/as tivessem a oportunidade de “manusear e serem eles a apropriarem-se” (Ef). Para esta futura professora, a componente prática revestia-se de grande importância, tendo referido que “faz toda a diferença, porque (...) se eles não observassem aquilo, era uma aula um bocado chata” (Ef). Esta componente mais experimental contemplava quer atividades de natureza sensorial, ou seja, “experimentar, no sentido de mexer em objetos ou de eles poderem realmente tocar” (Ef), quer atividades com controlo de variáveis, como por exemplo “para eles perceberem que a distância de um objeto à fonte luminosa tem influência e vai ter influência no caso do tamanho da sombra” (Ef). Apesar desta diversidade, a utilização do termo “experimentar” correspondeu sempre à fase da recolha de dados, fase essa que possibilitaria aos alunos e às alunas verificar se as hipóteses iniciais seriam válidas ou não: “experimentar, e depois sim, as tuas ideias estão de acordo? Não estão e formular então a hipótese ou uma teoria, entre aspas, no sentido diferente daquela, uma hipótese explicativa que deixe aos alunos uma ideia mais concreta”. (Ef).

A João considerou que o seu envolvimento no programa Ciência ao Vivo tinha sido importante para reforçar a relevância que já conferia a estas estratégias, no âmbito do ensino-aprendizagem das ciências:

(...) para mim os processos científicos, tenho a certeza que se não tivesse participado agora no projeto... tinha optado por uma aula se calhar mais expositiva e não tanto, ou mesmo que

trouxesse materiais que eles pudessem explorar ia sempre partir mais do eu, de mim enquanto professora e não do conhecimento dos alunos (...) porque eu acho, porque para mim a estratégia correta é partir do conhecimento deles, de puxar por eles. (Ef).

Esta valorização foi bastante evidente nas propostas didáticas construídas pela participante, a partir dos incidentes críticos finais, dado que o recurso a exposições por parte do/a professor/a diminuíram, enquanto que a recolha e o tratamento de dados passou a ser uma estratégia mais frequente. Tornou-se igualmente claro que, apesar da João considerar ser preferível serem os/as alunos/as a recolherem os dados, estes poderiam ser fornecidos pelo/a professor/a. No entanto, a transformação dos dados em evidências, com vista à resolução de um problema, devia ser uma tarefa dos/as alunos/as:

Eu acho que aqui, das duas uma, ou seriam os alunos a recolher estes dados ou seria eu que os trazia, porque há dados sobre isto, não é, nós conseguimos trazer os dados e depois os alunos analisarem os dados, que se calhar, eu gostava muito que fossem eles a analisar, mas que a nível logístico seria mais fácil ser eu a trazer os dados e depois a partir daí serem eles a fazer a análise desses dados. (IC1f).

Se calhar ia começar pelas pegadas, poderíamos observar atentamente, poderíamos fazer o molde, com gesso, e depois observar e pesquisar, pesquisar nesta questão que era o gato, e depois irmos comparar o molde depois com as pegadas de gato. (IC3f).

Considerou ainda que a escolha dos temas a abordar numa sala de aula deve ser da competência do/a professor/a, em particular junto dos/as alunos/as mais novos “se não nós tínhamos uma aula em que falávamos de tudo e não falávamos de nada” (Ef).

De acordo com a participante, as competências ao nível do conhecimento processual são aquelas que mais passou a valorizar em virtude da sua participação no programa Ciência ao Vivo:

(...) agora, depois de eu ter participado, penso que a competência que deve ser mais trabalhada e que nunca é trabalhada, ou que é poucas vezes trabalhada em sala de aula, é a questão dos processos científicos, e para mim, se um aluno souber que pode questionar, que pode formular hipóteses que pode observar penso que essa é a maior competência que ele pode obter ao nível do Estudo do Meio, porque depois ele consegue adaptar isso a uma série de situações e formular uma série de hipóteses. (Ef).

Apesar de não ter mencionado a NC como um conhecimento a valorizar no EM, as propostas didáticas construídas a partir dos incidentes críticos finais evidenciaram a abordagem de diferentes aspetos sobre a NC:

Aqui, no momento, o que eu iria referir em primeiro lugar é que é uma hipótese e que as hipóteses existem muitas, e que não existe uma hipótese errada ou uma hipótese certa, existem hipóteses, acho que isto seria o meu primeiro reforço e chamada de atenção para os alunos (IC3f).

(...) acho que aqui seria mais comparar as diferentes áreas da ciência, que existem umas que pelo seu carácter conseguem ser mais rigorosas, mais concretas (...) poderíamos por a hipótese de convidar um meteorologista, não sei, ou mesmo eles (...) pesquisarem as diferentes áreas da ciência, os fatores que influenciam, mas acho que aí seria um bocadinho complexo, depende do ano (IC4f).

(...) para eles é a tal questão de que a ciência deve ser universal, não sei, se calhar era mesmo perguntar ao cientista como é que ele faz esta gestão, da parte pessoal entre aspas e o seu trabalho, e se calhar depois também a questão aqui, do senhor que aqui esteve não é um verdadeiro cientista, pois não? E depois perguntar, porque é que não é um verdadeiro cientista, está inserido na sociedade, faz as mesmas coisas que nós, não está num sítio fechado, se calhar fazer aqui esta exploração da imagem mental que eles têm do cientista, seria uma boa questão para partir para essa situação, da representação que eles têm de cientista. (IC5f).

(...) aqui explorar um bocadinho a questão que a ciência não é uma área fixa, que está sempre em mudança, mas que isso não significa que nós não tenhamos que estudar, (...) eu acho que é explicar a importância do aceitar as teorias que temos agora porque são as mais fidedignas e reais. (IC6f).

Conceções sobre a ciência

Após o programa Ciência ao Vivo a João desenvolveu concepções informadas sobre a natureza tentativa do conhecimento científico. Segundo a participante, as vivências do estágio contribuíram para esse desenvolvimento e, em particular, o facto de o Frederico ter formulado uma hipótese diferente da atualmente aceite relativamente à sucessão de fenómenos geológicos de uma determinada região. Na perspetiva da João, estas controvérsias científicas evidenciavam a natureza tentativa do conhecimento científico e correspondiam a um lado positivo da ciência pois “ainda bem que existe alguém do “contra”, se não, nada era alterado” (Q3).

Quando confrontada com uma resposta inicialmente dada para explicar a existência de diferentes hipóteses para o desaparecimento dos dinossáurios, a João deixou de invocar a qualidade dos dados e passou a valorizar a “interpretação dos cientistas (...)

o que ele tem em mente ou a maneira como ele olha para os dados” (Q3). Entre os vários aspetos que poderão contribuir para este cenário, a João destacou a criatividade e variáveis de natureza profissional, como os conhecimentos e a experiência dos/as cientistas pois, segundo a participante, “a área de formação limita, entre aspas, o nosso pensamento, por mais que nós queiramos ou não, a área de formação limita, porque nós estamos formatados para aquilo, estamos formatados para interpretar os dados desta maneira” (Q3). Em suma, esta participante passou a perspetivar os referenciais teóricos como a principal causa para a existência de diferentes interpretações baseadas nos mesmos dados e, conseqüentemente, para a formulação de diferentes hipóteses sobre o mesmo fenómeno. Segundo a participante os seminários foram particularmente importantes para o desenvolvimento desta nova visão devido à existência, entre as participantes, de diferentes opiniões e à análise de diferentes situações.

Relativamente à base empírica do conhecimento científico, a João evidenciou uma visão parcialmente informada. Apesar de reconhecer que “cada pessoa irá interpretar os dados de forma diferente” (Q3), nalgumas situações a João subestimou esse aspeto ao referir que os/as cientistas estavam “limitados pelos dados, podem interpretar com base nos dados, mas não podem extrapolar a partir deles” (Q3).

A visão parcialmente informada que a João possuía sobre as influências culturais e sociais no desenvolvimento do conhecimento científico não foi substancialmente alterada após a sua participação no programa. Segundo a participante o/a cientista:

(...) é um ser social e está incluído numa sociedade (...) a partir daí, quer ele queira, quer não, é sempre influenciado pelo meio onde se insere, mas sem dúvida que continuo a dizer que a resposta final, a descoberta, tem que ser apresentada com um carácter universal, um carácter mais rigoroso (...) porque apesar dos resultados (...) terem sido influenciados pela parte dos valores culturais e sociais, eu penso que no fim tem que haver mesmo um rigor. (Q3).

Portanto, ainda que reconhecesse as influências culturais e sociais em todas as etapas do trabalho científico a João realçava, simultaneamente, o carácter universal da ciência em virtude das suas normas intrínsecas.

Após o programa Ciência ao Vivo o posicionamento da João, sobre o papel da criatividade no desenvolvimento do conhecimento científico, tornou-se parcialmente informado, em larga medida, devido ao reconhecimento de que os/as cientistas utilizam esses processos em qualquer fase da investigação. Para a João, a colaboração com o Frederico ajudou-a a construir esta ideia. Importa salientar que, apesar de ter

reconhecido a criatividade como uma possível causa para o aparecimento de diferentes interpretações, a João continuou a valorizar mais este aspeto na fase de planificação:

(...) deve interpretar os dados de forma fiel... não pode estar a inventar muito... estão mais limitados pelos dados, porque podem interpretar com base nos dados mas nunca podem extravasar dos dados, por isso é que eu acho que a parte da planificação é onde eu acho que [a criatividade é mais importante] (Q3).

Na opinião da João, neste tópico “não houve uma grande mudança, mas o trabalho com o Frederico fez o reforço”.

Relativamente às funções e relações entre as teorias e as leis científicas, a João continuou a concordar com a sua opinião inicial. Apenas acrescentou que:

(...) uma influencia a outra [teoria e lei], eu acho que uma lei científica influencia uma teoria, mas não acho que a teoria influencie, eu acho que o peso é maior, a lei influencia a construção de uma teoria, mas não acho que a teoria tenha uma influência na lei, apesar de estarem sempre relacionadas (Q3)

Apesar de se recordar das discussões sobre este tópico nos seminários e de, inclusivamente, a sua definição ter sido utilizada para despoletar o debate, para a João foi sobretudo a sua formação inicial, no ensino superior, que mais contribuiu para o desenvolvimento destas ideias.

A conceção da João, relativamente às metodologias investigativas, sofreu um desenvolvimento modesto, de ingénuo para limitado. A João não acreditava que os/as cientistas seguissem um método rígido porém, continuou a fazer referência a um método geral:

(...) eu acho que é um pouco aquilo que nos ensinaram aqui na ESE, primeiro é necessário planear, formular hipóteses, ver o que é que se quer observar (...) e depois fazer a experiência para obter dados, analisar, para mim uma investigação tem que seguir estes passos todos, caso contrário é uma experiência no vazio... mas há passos que se podem alterar um bocadinho. (Q3).

Mesmo após as vivências decorrentes do programa Ciência ao Vivo, por vezes a participante demonstrou dificuldade em diferenciar conceitos como investigação e experiência científica. Para além disso, apesar de ter reconhecido a existência de outros métodos, a João acreditava que esses eram menos válidos do que os métodos experimentais: “eu estou sempre mais inclinada para a investigação com controlo de variáveis... no controlo de variáveis eu posso colocar hipóteses, experimentar e depois

observar” (Q3). De acordo com a participante muitas destas ideias resultaram daquilo “que nos é ensinado na formação inicial” (Q3), não referindo o programa como um contexto importante para a reflexão destes aspetos. O único tópico que referiu, como resultado do programa, foi o facto de ter passado a conferir às investigações científicas uma maior pluralidade de cenários:

(...) eu acho que aqui escrevi mais experiência [no Q1] no sentido de estar num laboratório a experimentar, e depois nos seminários nós falámos que não precisa necessariamente de ser no laboratório, pode ser no campo, ao ar livre, pode ser qualquer coisa, que contribua para dar, para esclarecer, para formular hipóteses. (Q3).

A imersão no contexto real de ciência, e em particular, o contato com o Frederico constituiu um marco importante para que a João pudesse colocar em causa a ideia estereotipada que detinha acerca dos/as cientista. Considerou ainda que o programa contribuiu para alargar os seus horizontes relativamente ao objeto de estudo e ao local onde as investigações são realizadas:

(...) pelo menos como o trabalho com o Frederico foi numa área se calhar um bocadinho diferente daquela que nós estamos habituados a pensar ciência, então se calhar aí, abriu, comecei a pensar que a ciência não é só focada numa determinada área, que é uma área muito vasta... (S4).

(...) e eu penso que quando escrevi isto estava a focar-me naquele cientista de laboratório, sem dúvida que o trabalho de um cientista consiste nisto, mas não só dentro do laboratório. (Q3).

Relativamente às atividades associadas ao cientista, a João concordou com a sua ideia inicial, em particular quando referiu no questionário “que o trabalho do cientista consiste em interrogar-se a si e ao mundo, que no fundo é levantar hipóteses” (Q3). No entanto, considerou que após o programa “acrescentava a questão da imaginação, da criatividade” (Q3) aos atributos do trabalho do/a cientista.

A Leonor

A profissão docente

Para a Leonor, a escolha da profissão docente foi uma escolha tardia. Para além de fatores de natureza circunstancial, a decisão da Leonor foi influenciada por motivos de ordem intrínseca, principalmente pelo desejo de trabalhar com crianças: “Acho que posso dizer que é um mundo à parte mas que se aprende tanto com elas. Primeiro são genuínas, não nos mentem, ou gostam, ou não gostam (...). Aprendemos muito com elas” (Ei). O retorno social e emocional da profissão docente, associado a um forte sentido de serviço para com a sociedade, foram igualmente razões que estiveram na base da escolha da sua profissão pois, segundo a Leonor, “ser professora do primeiro ciclo é fazer a diferença na vida das crianças e dos adultos (...) sem educação não vamos a lado nenhum, portanto os professores têm um papel essencial na humanidade” (Ei). Além disso, a Leonor mencionou que o seu percurso no primeiro ciclo e as memórias que ainda possuía desse período, foram fatores relevantes na escolha desta profissão.

Na opinião desta participante, a relação pedagógica era o aspeto mais singular da profissão docente e a principal fonte de satisfação de um/a professor/a. Quanto às características associadas a um/a professor/a competente a Leonor fez referência à capacidade de adaptar os objetivos e as estratégias às necessidades dos/as alunos/as e de estabelecer relações afetivas com as crianças:

Acho que é necessário ir ao encontro daquilo que as crianças estão a precisar naquela altura, por exemplo, em setembro planificar todas as aulas, tendo em consideração o grupo que nós temos à frente... É muito importante o professor ter a capacidade de mudar muito rapidamente o plano e adaptar-se à situação concreta. (Ei).

Inicialmente, para esta participante ser professor/a do primeiro ciclo era, antes de mais, uma atividade complexa e que se revestia de uma enorme responsabilidade:

Aquela ideia de que as crianças têm (...) um modelo a seguir e que portanto tudo o que os professores fazem as crianças vão aprender, quando ele for bom as crianças têm boas aprendizagens, se for mau acontece o contrário (...). Sempre tive a ideia que [o/a professor/a] tem de ser uma pessoa muito responsável, compreensiva (...), porque dentro de uma sala de aula aparecem várias crianças, todas elas diferentes. Trabalho complexo, não é? (Ei).

Segundo a Leonor, a imagem da profissão docente sofreu profundas mudanças após o ingresso na Escola Superior de Educação. Para ela, a função docente passou a ser: “(...) um bocado burocrática, assinar papéis, assinar papéis, planejar aulas, e só depois o dar aulas (...). Mas acho que é isso que neste momento está a acontecer, os professores centram-se agora muito na papelada, e só depois (...) com a ação de dar aulas” (Ei). Contudo, referiu veemente que “não é aquilo que eu quero fazer” (Ei).

A Leonor descreveu-se como uma professora humana e acessível mas que conseguia impor limites aos alunos e às alunas: “sou próxima dos alunos. Eu, por exemplo, conseguia vir cá para fora brincar com eles... E dentro da sala (...) eles percebiam perfeitamente que a partir desse momento eu era a professora e já não dava para brincar” (Ei). Considerou, ainda, que tentava promover um ensino inclusivo, tendo feito referência a alguns episódios dos estágios onde procurou integrar todos/as os/as alunos/as, nomeadamente, os/as alunos/as com necessidades educativas especiais. Referiu também ser uma professora empenhada, o que se refletia no trabalho de pesquisa durante o planeamento das aulas, principalmente, nas temáticas onde considerava não se sentir tão confortável:

(...) principalmente nas zonas em que eu [me] sinto um bocado mais insegura (...), tive que ir para casa, fartei-me de pesquisar e pensar no que é que posso fazer, no que é que não posso fazer. (...) Se calhar sou igual às outras pessoas, se calhar os outros também fazem a mesma coisa que eu, acho que isso é importante. (Ei).

Quanto ao futuro, apesar de demonstrar-se um pouco apreensiva, referiu que gostaria de dar aulas em diferentes locais e contextos. Revelou ainda algum interesse em apostar na investigação em educação pois, na sua opinião, era uma área interessante e relevante:

Não só para a pessoa que faz os estudos, mas também para as pessoas que estão nas diversas áreas (...). É uma forma de nós avançarmos um bocadinho mais na parte da formação e se calhar também tirar aqueles tabus que às vezes existem, sei lá... As crianças com Necessidades Educativas Especiais não são capazes de fazer não sei o quê, e depois há um estudo qualquer que diz que sim, que são capazes. (Ei).

Concepções iniciais

Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Na opinião da Leonor, o trabalho de grupo devia ser uma estratégia a valorizar nas aulas de ciências, principalmente com grupos heterogéneos, dado o seu potencial em termos de partilha de saberes. Valorizou ainda o recurso a convidados, uma vez que constituía uma excelente oportunidade para os/as alunos/as contatarem e dialogarem diretamente com especialistas. Este aspeto foi igualmente visível nas propostas pedagógicas construídas a partir dos incidentes críticos iniciais:

Aqui se calhar eu... Como ele é astrónomo podia-se aproveitar isso (...). Explicava o trabalho dos astrónomos, se fosse possível podia-se convidar o pai dele a ir lá à escola, ele melhor do que eu saberia explicar alguma coisa. (IC2i).

Íamos fazer pesquisas. Não há por aí nenhum museu de dinossáurios? Podia-se ir, se houvesse. (IC4i).

Se calhar, se fosse possível, podia-se encontrar uma forma de eles contatarem diretamente com cientistas. (IC5i).

A Leonor considerou ainda a motivação como um aspeto fundamental a ter em conta no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com as suas palavras, os/as alunos/as: “também têm que estar muito despertos, acho que o professor tem que saber chamar a atenção (...). Os alunos têm que estar motivados” (Ei). Para atingir esse objetivo considerou importante, por um lado, ter em conta os interesses dos/as alunos/as e, por outro, utilizar recursos apelativos que despertassem a sua curiosidade.

A Leonor enfatizou ainda a importância do trabalho prático no âmbito do ensino das ciências. Através da análise do seu discurso foi notório que este trabalho prático se operacionalizava na condução de atividades essencialmente sensoriais, que permitissem a observação de fenómenos e o manuseamento de materiais:

Acho que uma coisa é eles estarem a olharem para o livro e lá verem o basalto e o mármore. Outra coisa é eles pegarem num bocadinho da rocha e verem que isto é cinzento, é muito fininho, o mármore já é assim mais esbranquiçado. (...) Acho que isso faz diferença. (Ei).

Depois, se calhar, se pudessem manipular qualquer coisa... Aqui eu lembro-me de fazer uma atividade sobre o efeito de estufa, (...) uma experiência, podiam ser eles a fazer, também para perceberem que há coisas que eles fazem todos os dias e que contribuiu para isso, para eles não culparem só os cientistas. Depois logo se vê o que é que eles dizem a seguir! (IC5i)

No caso de algumas temáticas, em que a realização de atividades práticas de cariz mais sensorial fosse de difícil execução, a Leonor acreditava que se devia recorrer à utilização das novas tecnologias em detrimento de uma exposição prolongada que, na sua opinião, não permitia cativar os/as alunos/as:

Vulcões (...) já é um bocado mais complicado mexer, mas sei lá... Posso arranjar, por exemplo, um vídeo para eles verem como é que é uma erupção (...), e eles aí já estão a ver. Não é só dizer, acontece isto, isto e isto (Ei).

Frisou ainda que “às vezes só uma experiência é muito melhor do que estarmos ali [muito] tempo a repetir a mesma coisa, é assim, é assado, a parte da experiência, experimentar” (Ei). No entanto, o exemplo que forneceu corresponde a uma atividade conduzida por ela, durante a sua prática de ensino supervisionada, com o objetivo de ilustrar um determinado conceito:

Então arranjámos uma vara, isto para mostrar que o ar tinha peso. Colocámos numa vara (...) um balão em cada lado (...) e depois se rebentássemos um balão, a vara ia tombar para o lado do balão cheio... E na altura tivemos complicações, porque a vara não parava. Depois, quando realmente aquilo resultou foi muito giro ver os miúdos... Mas aquilo tombou, o que é que vocês meteram dentro do balão? Acho que depois, ao rebentarmos o balão, eles realmente perceberam que aquilo só tinha ar. (Ei)

Por fim, reforçou a importância de uma componente mais expositiva, principalmente no fim das atividades, como forma de proceder à consolidação das aprendizagens efetuadas pelos/as alunos/as ressaltando, no entanto que, “só com a exposição... a exposição só, não, não vai lá” (Ei).

Estas ideias veiculadas durante a entrevista inicial foram visíveis nas propostas didáticas construídas pela Leonor. Por exemplo, no primeiro incidente crítico indicou que “dar as respostas não adianta (...) nada” (IC1i) e, por isso mesmo, considerou relevante “criar género um debate com os alunos para recolher as ideias deles” (IC1i). No segundo incidente crítico, para além de convidar um especialista para falar sobre o assunto, referiu ainda que iria “criar situações para a observação (...), se observássemos todos lá na escola e eu como professora ia chamando à atenção” (IC2i).

A intervenção da Leonor, de forma mais diretiva, foi também patente nos incidentes críticos. Por exemplo, perante diferentes hipóteses explicativas para a morte de um peixe, a proposta da Leonor não envolvia os/as alunos/as na avaliação dessas mesmas hipóteses: “Podia haver umas [hipóteses] estapafúrdias, e essa dizia-se logo que estava errada” (IC3i); “Eu dizia, não podemos morrer por várias coisas? Podemos! Então foi

uma dessas que aconteceu ao peixinho” (IC3i); “Mas não, aqui nesta situação eles iam aceitar, ficava assim... Se calhar o douradinho teve um ataque de coração, pronto!” (IC3i). No quarto incidente adotou uma atitude semelhante ao mencionar que: “(...) nós vamos acreditar que os dinossáurios que estão nas enciclopédias realmente foram assim. (...) Está bem que nunca ninguém os viu, mas idealiza-se que sejam assim” (IC4i).

Na opinião da Leonor, as competências processuais e o desenvolvimento do raciocínio deviam ser os aspetos a valorizar nas aulas de ciências. Segundo a participante, essas competências eram fundamentais para que as crianças conseguissem “raciocinar e tirar conclusões” (Ei). O exemplo seguinte reforça esta ideia:

Experimental, fazer perguntas, investigar, deixar uma pergunta no ar e eles irem para casa procurarem, o podermos mexer naquelas coisas estranhíssimas do laboratório. Acho que se metermos isso à frente para eles resolverem... um problema qualquer que eles levantaram, acho que é praticamente impossível eles não ficarem curiosos, e às vezes uma pergunta leva a outra. (...) É importante desenvolver isso nas crianças. (Ei).

Em nenhum momento da entrevista inicial a Leonor fez referência explícita à importância de os/as alunos/as desenvolverem conhecimentos sobre a NC. No entanto, nas suas propostas didáticas dois aspetos mereceram uma abordagem explícita, a saber, o carácter tentativo do conhecimento científico e a imagem dos/as cientistas. Relativamente ao primeiro tópico, apesar de a abordagem ter sido explícita, teve um cunho fortemente didático, ou seja, baseou-se numa exposição oral por parte do/a professor/a:

Se calhar começava por explicar que [os/as cientistas] estão em constante estudo e se estão em constante estudo, há coisas que hoje podem ser verdade e que amanhã já não são. (...) Portanto, numa certa altura Plutão era mesmo considerado um planeta, mas depois com a continuação dos estudos, perceberam que ele não tinha as condições necessárias para ser planeta, como por exemplo o tamanho. Como ele era muito pequenino, devia ser considerado outra coisa e não planeta... Se está no cartaz, era porque antigamente era planeta e agora não, depois não sei... Era capaz de surgir mais perguntas. (IC6i).

Os paleontólogos encontraram os ossos e essas coisas, portanto eles não inventaram as cores, através das características deles, tentaram idealizar como é que eram os dinossáurios (IC4i).

No tópico referente à imagem dos/as cientistas, a abordagem foi mais interativa, recorrendo ao convite a um/a cientista e possibilitando aos alunos e às alunas a formulação de perguntas:

Nesta situação podia-se insistir naquela história das crianças imaginarem, depende da idade também, não é?, mas deles insistirem naquela ideia que eles têm que os cientistas são aquelas pessoas de cabelo em pé. Se calhar, se fosse possível, podia-se arranjar forma de eles contatarem diretamente com cientistas (...). Perguntar como é que eles fazem, perceberem como é que é o dia-a-dia deles, se se vestem como nós (IC5i).

Segundo esta participante, os/as alunos/as deviam aprender ciências, desde os primeiros anos de escolaridade, devido ao enorme potencial integrador da área das ciências. Em grande medida, esta visão integradora resultou do trabalho que foi desenvolvendo na Escola Superior de Educação: “por exemplo, cá na ESE pedem para nós fazermos planificações que sejam interdisciplinares, e nós através do Estudo do Meio conseguimos pôr a Língua Portuguesa e a Matemática, e ainda conseguimos pôr a Educação Física” (Ei). A relação entre a ciência e o quotidiano dos/as alunos/as foi outras das razões invocadas pela participante para justificar a pertinência das ciências desde os primeiros anos de escolaridade:

Eu vejo ali uma planta, está no meu quotidiano, faz parte do meu dia-a-dia, e é o Estudo do Meio que vai explicar essas coisas, os animais... Acho que explica muita coisa que está à nossa volta e que muitas das vezes nós nunca nos interrogámos e vai dar resposta a isso. Portanto eu acho que é ali aquela coisa central, e partir dessa vêm as outras todas (...). É o Estudo do Meio que vai dar resposta a praticamente todas as perguntas das crianças e ensina-nos coisas que estão à nossa volta (...) (Ei).

Conceções sobre a ciência

Antes da participação no programa, a Leonor evidenciava concepções parcialmente informadas sobre a natureza empírica do conhecimento científico. Por um lado, acreditava que a ciência e o desenvolvimento do conhecimento científico se baseava em evidências obtidas a partir de experiências e observações: “por exemplo, eu não posso dizer que as plantas necessitam de água para se desenvolverem, se antes não experimentar desenvolver uma planta sem água” (Q1). Mas, por outro lado, reconhecia que o conhecimento científico não resultava apenas desses dados empíricos fazendo, ainda que de forma ténue, uma diferença entre observar e conhecer.

O papel que os referenciais teóricos, as crenças e assunções desempenham na formulação e suporte de evidências eram inicialmente reconhecidos pela Leonor pois, na sua opinião, era “possível retirar conclusões diferentes, devido à experiência de vida, e experimentação feitas anteriormente pelos cientistas” (Q1). No entanto, para esta

participante, a subjetividade estava essencialmente associada a questões de natureza pessoal, refletindo uma visão parcialmente informada desta dimensão da NC.

A criatividade e a imaginação eram igualmente características que a Leonor associava ao trabalho científico, não sendo, no entanto, equivalentes: “(...) eu posso imaginar e não ser criativa” (Q1fu). Para esta participante a imaginação desempenhava um papel mais relevante do que a criatividade, sendo importante nas diferentes etapas da investigação científica, nomeadamente durante a recolha e interpretação dos dados: “depois [da recolha de dados] sim, as pessoas precisam de imaginação para suporem aquelas coisas todas, se eles não imaginassem se calhar (...) não colocavam tantas questões” (Q1).

Inicialmente, uma teoria era definida pela Leonor como “uma conjectura que se levanta, ou uma ideia/pensamento que se tem sobre algo” (Q1), enquanto uma lei era “uma coisa que se comprovou e que deve ser seguida pela comunidade científica” (Q1). Referiu ainda que “a teoria está em estudo ou é hipótese, enquanto que a segunda está comprovada” (Q1) o que denota que, para esta futura professora, a principal diferença entre estes dois conceitos, residia no nível de prova associado. Esta conceção ingénua é igualmente evidente no seguinte diálogo:

Leonor - Não, são coisas diferentes, mas acho que, por exemplo as leis por serem certas ficam por cima das teorias. É uma teoria porque não se pode ter mesmo a certeza absoluta.

Investigadora - E a minha questão é, uma teoria pode transformar-se numa lei?

Leonor - Não sei, não, acho que não, depende.

Investigadora - Do quê?

Leonor - Se eu conseguisse descobrir que aquilo é mesmo assim [em qualquer circunstância], se calhar sim, se calhar podia passar a ser lei.

Investigadora - Ok, uma teoria passaria a ser uma lei se eu tivesse a certeza absoluta.

Leonor - Sim, e pudesse mesmo comprovar (...) (Q1fu).

Através da análise das respostas ao questionário e da entrevista de *follow-up* é evidente que a Leonor reconhecia o carácter tentativo do conhecimento científico. Para além disso, ao explorar os mecanismos através dos quais as teorias podem ser alteradas, esta participante invocou, por um lado, o aparecimento de novos dados e por outro lado, a reinterpretação de dados já existentes. Encarava a possibilidade de o desenvolvimento do conhecimento científico ser realizado de forma mais abrupta, através da mudança de paradigmas, ou de forma mais cumulativa:

Sim, eu penso que uma teoria científica pode ser modificada, desde que haja provas que condicionam a teoria anterior. Por exemplo, a teoria da tectónica de placas é conhecida em

todo o mundo. Se alguém se lembrar de a questionar, não pode simplesmente modificá-la, tem que apresentar fundamentos que comprovem a nova teoria (...). Para além disso, os tempos mudam e com eles mudam também os pensamentos das pessoas e dos cientistas, que estão em constante aperfeiçoamento. Logo, as teorias podem ser modificadas ou só apenas alteradas, porque surgiu um novo dado. (Q1).

No entanto, a visão da Leonor apenas refletia uma visão parcialmente informada pois, o reconhecimento do carácter ensaístico do conhecimento científico apenas era válido para as teorias, excluindo a possibilidade das leis sofrerem evolução.

Antes do envolvimento no programa Ciência ao Vivo, a Leonor considerou que: “a ciência reflete valores culturais e sociais, porque levanta questões políticas, filosóficas e também religiosas” (Q1). No entanto, ao analisar os exemplos mencionados a influência parece ser mais relevante nos temas a investigar do que no modo como a investigação se processa, o que evidencia uma visão parcialmente informada desta dimensão da NC.

Quando questionada sobre qual o objetivo de uma experiência científica, a resposta da Leonor contemplou uma definição muito geral, nomeadamente, “toda e qualquer [atividade] (...) que permite dar resposta, ao nível científico, a uma dúvida levantada” (Q1). Apesar de, na entrevista de *follow-up*, um dos exemplos dados pela Leonor corresponder a uma atividade em que há manipulação de variáveis, noutras situações verificou-se que o termo experiência era empregue no sentido mais coloquial do termo, como qualquer atividade em que ocorre recolha e análise de dados:

Investigadora - Em relação a esta parte, dizes que é sempre preciso experimentação. Então o que eu te queria perguntar era o seguinte: imagina uma ciência como a astronomia, e a pergunta é, na astronomia, nós podemos fazer experiências manipuláveis, ou seja, com controlo de variáveis?

Leonor - Não, mas se calhar podem fazer cálculos e simulações no computador, não é, podem, não é?

Investigadora - Então nesse caso, embora não se faça...

Leonor - Não é uma experimentação palpável, mas se calhar através daquele *software* todo (...) que eles arranjam, se calhar eles conseguem saber se na realidade isso...

Investigadora - E nesse caso dizes que a Astronomia é uma ciência ou não?

Leonor – Sim. (Q1fu)

Para além disso, a Leonor apresentava uma imagem muito sequencial das etapas de uma investigação científica, fazendo por vezes alusão a um método científico: “nas ciências nós temos aqueles métodos de investigação, há o questionamento, a hipótese,

depois... ajude-me!” (IC1). Como tal, o discurso desta participante revelou um conhecimento ingênuo relativamente à natureza das metodologias científicas.

No que concerne ao trabalho desenvolvido pelos/as cientistas, a Leonor acreditava que o mesmo tinha como principal objetivo “procurar respostas para as questões que são levantadas pela sociedade ou por ele [cientista]” (Q1), bem como, “aperfeiçoar as teorias existentes e ajudar os humildes e comuns humanos a compreender o mundo que nos rodeia/universo.” (Q1). A expressão “ajudar os humildes e comuns humanos”, associada à necessidade que a Leonor reconhecia de o/a cientista ser alguém muito estudioso e inteligente, sugerem que a participante apresentava uma visão elitista do/a cientista. Considerava ainda o trabalho do cientista complexo e fastidioso.

As afirmações da Leonor revelaram outras concepções estereotipadas dos/as cientistas, em particular a ideia de um/a “cientista maluco”, a trabalhar individualmente, realizando “explosões” num laboratório repleto de instrumentos óticos:

Leonor - Espero bem que não seja daqueles malucos, com cabelos brancos e no ar, não, pois não? (...) Não é daqueles cientistas malucos, pois não, que fazem explosões. (Ei).

Leonor - quando a professora me ligou a primeira vez, a professora disse que eu ia para o Instituto X, lembra-se?

Investigadora - Ah, sim.

Leonor - E o que é que eu lhe perguntei? O Instituto X? Mas o que é que o Instituto X tem a ver com laboratório? Não foi? Porque [nós] sabemos que o Instituto X é Psicologia, e o que é que isso tem a ver com laboratório? É o que a João estava a dizer...

Helena- Associaste logo a laboratório e pensaste que não batia certo.

Leonor – Claro! Ciência, laboratório, coisas com microscópios, e aquelas experiências. (S_B).

O programa Ciência ao Vivo

Motivações para o envolvimento no programa

Para a Leonor, a possibilidade de contactar com um/a cientista, foi uma das principais razões que estiveram na origem do seu envolvimento no programa Ciência ao Vivo, uma vez que nunca tinha tido a oportunidade de estar “ao pé de um cientista” (Ei). Para além desta motivação, a Leonor também invocou o seu interesse pela área das ciências: “eu gosto de ciências (...) vou contatar com uma parte que eu gosto, que é as ciências” (Ei).

O facto de conhecer a investigadora responsável pelo programa foi igualmente um aspeto apontado.

Em termos de aprendizagens, a Leonor considerava que o programa poderia contribuir para o desenvolvimento de competências processuais e atitudinais no âmbito do trabalho em laboratório:

Vou para um laboratório, não sei, o manuseamento... se calhar o manuseamento de certas coisas (...). Vou aprender que talvez não posso fazer isto, a própria atitude em laboratório... E se calhar ter uma atitude (...), se calhar traz um bocado de responsabilidade. (Ei).

De acordo com a Leonor, uma experiência desta natureza seria positiva, quer em termos pessoais, quer profissionais. A relevância em termos pessoais resultava, em grande medida, do prestígio e notoriedade que a Leonor conferia ao estatuto de cientista. Nas suas palavras, a participação neste programa permitir-lhe-ia: “dizer que estive ao pé de um cientista, já viu o que é que é ele depois aparecer na televisão e eu, olha, eu estive ao pé daquele senhor” (Ei). Além disso, a colaboração seria benéfica no domínio profissional pois, ao acompanhar o trabalho do/a investigador/a, teria oportunidade de reforçar ou alterar as suas conceções e, posteriormente, transmiti-las aos seus futuros alunos e às suas futuras alunas.

Possivelmente dá para aperfeiçoar qualquer coisa... Pensar naquelas perguntinhas estranhas que a professora fez. Se calhar durante o tempo que tiver lá com os cientistas (...) vou dar um bocadinho as voltas às minhas ideias, se calhar afinal eles não são tão rigorosos, ou [então são] ainda são mais rigorosos do que aquilo que eu penso e acho que isso me pode fazer mudar um bocadinho essa ideia, e depois transmitir isso às crianças. (Ei).

O contexto real de ciência

Dado que a investigação em que a Leonor colaborou utilizava murganhos, como modelo biológico, foi necessário que as participantes se familiarizassem com o biotério. Nos primeiros dias, estiveram a colaborar com um técnico e uma técnica responsáveis pelo seu funcionamento. A Leonor, para além de nunca ter estado em contato com estes animais, expressou ter “um ‘pequeno’ sentimento de repelência em relação a eles” (DB). Apesar deste sentimento, “o facto de existirem também ‘tabus’ e ‘preconceitos’ associados a estas práticas” (DB) e a vontade de “ver com os próprios olhos” (DB) motivaram-na a aceitar este desafio.

Inicialmente, a avaliação não foi muito positiva. Segundo as suas palavras: “saí de lá um bocado assustada, pois não é propriamente um animal que eu adore” (Ef). No entanto, este sentimento foi sendo diluído à medida que o seu envolvimento nas tarefas aumentou: “tive que mexer neles, e isso foi bom, acabou por tirar um bocadinho do meu medo (...) tirou-me o medo” (Ef). Durante este período, a Leonor ficou surpreendida com diferentes aspetos sobre os murganhos. Por exemplo, no seu diário de bordo, referiu que ficou “espantada por o processo de acasalamento ser natural, mesmo em laboratório, bastando juntar uma fêmea e um macho na mesma ‘cama’” (DB). Além destes comentários, a Leonor foi desenvolvendo reflexões sobre algumas razões subjacentes à utilização de modelos biológicos nas investigações científicas:

Pela análise dos registos, pode-se constatar que uma fêmea produz até 15 crias, todos os meses, e que o processo de desmame é realizado 21 dias após o nascimento. Estes dados permitem perceber a razão pela qual se utiliza os ratos como o animal preferido para realizar experiências. Isto é, o período de gestação é muito reduzido, quando comparado com o ser humano, por exemplo. (DB).

Após três dias, referiu ter aprendido a “distinguir o sexo do animal, a pegar nele para transferi-lo de ‘cama’ e a realizar procedimentos” (DB). Segundo a Leonor, o acolhimento dado pela equipa foi bastante bom o que permitiu que se sentisse à vontade para expor as suas dúvidas, algo evidente nalguns excertos do seu diário de bordo: “Não assistimos ao abate desta espécie, mas questioneei a técnica sobre como se procedia. Esta explicou que por terem um porte maior, têm de ser primeiramente adormecidos e só depois colocados em CO₂.” (DB).

Após esta familiarização com o funcionamento do biotério, a Leonor expressou algum contentamento, dado ter ultrapassado os seus receios iniciais: “Senti-me feliz por sair do biotério com a certeza que não tenho medo destes ratos. Toquei neles, fiz festinhas e com a ajuda da máscara, aguentei o odor deles” (DB). Para além disso, desenvolveu uma ideia diferente relativamente à utilização de animais nas investigações científicas e aos processos legais inerentes a essa utilização:

O que detive deste dia foi sobretudo a higiene e os cuidados dos animais. Não são mal tratados e não sentem dor! Antes de contatar com esta realidade, ficava um pouco chocada com notícias que referem maus tratos e até exploração dos animais. Tudo o que assisti hoje foi perfeitamente natural e simples! (...) Mas o que me chocou mais foi o facto de a DGV (Direção Geral de Veterinária) demorar anos e anos para aprovar alguns projetos. Muitos deles seriam vantajosos para a nossa saúde e é incompreensível como colocam tantos entraves. (DB).

No biotério foram igualmente explicitados os processos relacionados com a limpeza e esterilização do material. Na opinião da Leonor: “este é o trabalho mais aborrecido e desinteressante do biotério. Tenho consciência que ele é necessário, mas trabalhar com os ratinhos é mais interessante!” (DB).

O início da investigação científica, propriamente dita, correspondeu a uma viragem importante na sua imersão no contexto real de ciência. Este facto foi mencionado, quer no seu diário de bordo (“Foi sem dúvida nenhuma o dia que mais gostei” (DB)), quer durante o seminário onde descreveu o trabalho desenvolvido no estágio (“E depois passámos para a parte do laboratório, que foi a parte mais interessante, eu já queria mudar de curso e tudo” (S1)).

Numa fase inicial, a investigadora Diana procedeu à explicitação dos objetivos das experiências, bem como, ao esclarecimento de alguns conceitos relevantes para a prossecução das atividades. Este momento revestiu-se de alguma dificuldade pois, de acordo com a Leonor “como nós não percebemos muito bem aqueles nomes científicos, dos mosquitos, e realmente o que é que os fármacos iam fazer ou não, do que é que eram constituídos, é como se não tivéssemos a perceber nada” (Leonor, E2). Apesar destes problemas de ordem conceptual, a Leonor não revelou dificuldades em esclarecer os objetivos específicos subjacentes ao estudo no qual estava a colaborar.

Durante as restantes fases da investigação, o apoio prestado pela equipa, em termos concetuais, foi bastante diminuto, tendo grande parte da atenção incidido em aspetos de natureza prática, como técnicas de microscopia e de manipulação de animais. No seu diário, a Leonor fez referência a vários momentos em que a equipa de investigação forneceu suporte e apoio para a integração das participantes na componente prática da investigação, quer através da explicação dos procedimentos, quer através da exemplificação de técnicas:

A Maria pôs-nos a par de tudo o que já tinha feito:

- Colocou 10 ratinhos da espécie CD1, em 3 caixas diferentes;
- Identificou-os de 1 a 10 em cada caixa, com 3 cores diferentes;
- Inoculou-os na 6ª feira, ao fim do dia, os ratinhos com *Plasmodium*;

(...)

A Diana mostrava-nos no microscópio alguns ensaios de níveis de desenvolvimento do parasita. Isto é, começámos por observar a fase de infeção, o desenvolvimento do mesmo, até à morte progressiva no hospedeiro. Foi interessante observar como se “reproduzem” e vão surgindo novos parasitas, mas também como, de um momento para o outro, eles começam a desaparecer, ficando novamente o sangue “limpo”! (DB).

O papel da Leonor não se restringiu à observação, tendo tido a oportunidade de participar em diferentes tarefas de natureza processual. Inicialmente, expressou algum receio em colaborar de forma mais ativa, tal como é perceptível na nota de campo da investigadora: “A Maria diz que é necessário corar as lâminas – explica para que serve a coloração (...) e pede às alunas para colocarem o corante nas lâminas. A Leonor diz – e se eu faço asneira, não tem mal?” (NC). No entanto, esses receios foram ultrapassados em virtude das solicitações explícitas, por parte da equipa, para que a Leonor participasse e da confiança que entretanto foi adquirindo:

Ajudámos a fazer os esfregaços de sangue e a construir as preparações, colocando metanol sobre as mesmas e posteriormente um químico azul (...). No microscópio, verificámos que todos os ratos estavam parasitados, dividindo o número de parasitas pelo número de glóbulos vermelhos. Todas as preparações que vimos estavam parasitadas abaixo dos 10%. (DB).

Nalgumas situações, chegou mesmo a ser alcançada alguma autonomia processual. Por exemplo, a investigadora, nas suas notas de campo, registou que “as alunas [Leonor e Carla] pediram luvas e de forma completamente autónoma, realizaram o esfregaço, fixaram e coraram.” (NC). Importa ainda mencionar que a participante realizou descrições que evidenciavam ter compreendido os objetivos subjacentes aos diferentes processos que observou e/ou realizou:

O procedimento é bastante simples... Com uma mão contemos o rato pela cauda, para evitar que se desloque muito e com a outra fazemos um pequeno corte na extremidade da cauda do animal. Este procedimento é indolor, uma vez que o rato é uma espécie que cicatriza muito rapidamente (de um dia para o outro), mas é necessário que cada cientista tenha consciência que só necessita de uma gota. Logo, o corte é mínimo. Tanto eu como a Carla realizámos este procedimento, sem dificuldades de maior... Ao longo de toda a manhã, alimentaram-se os mosquitos. O objetivo deste procedimento é depois, ao fim de 10 dias, extrair-se os estômagos dos mosquitos e verificar-se se houve contaminação, visto que o parasita utilizado, prossegue o seu ciclo de vida no estômago e/ou nas glândulas salivares. (DB).

Durante este processo a Leonor foi realizando reflexões sobre a natureza das investigações científicas, assim como das características associadas a esse trabalho, em particular a paciência e a criatividade necessárias, como mostra o exemplo da nota de campo da investigadora:

Entretanto fiquei um pouco a conversar com as alunas – a Leonor disse que há muita coisa que desconhecia em relação aos cientistas (...). Ficou espantada pois têm que ter muita paciência... que as coisas davam muito trabalho. E para além disso acabam por ser muito criativos. Falou do exemplo que a Diana deu no insectário – que provavelmente já existe material para comprar para substituir os copinhos dos insetos, mas que por vezes é

necessário ser-se criativo e utilizar material do dia-a-dia (...) Disse que tinha aprendido muitas coisas sobre os cientistas que nunca tinha pensado. (NC).

Ao longo da imersão no contexto real de ciência, bem como na entrevista final, o ambiente foi descrito de forma bastante positiva pela Leonor. As características pessoais dos vários elementos que constituíam a equipa, nomeadamente, a investigadora Diana, a doutoranda Maria, e os dois técnicos responsáveis pelo biotério, contribuíram para a construção desse ambiente. Segundo a Leonor, a simpatia e a disponibilidade foram as principais características da equipa que contribuíram para a edificação de um ambiente inclusivo e participativo:

Eu senti-me muito bem, elas são super queridas, e meteram-nos completamente à vontade. Tanto os senhores que estão mesmo no biotério, como depois a Diana e a Maria, tanto de um lado como de outro, meteram-nos completamente à vontade. Portanto eu senti-me como se estivesse cá na ESE, era uma mini ESE, vá lá. (Ef).

Apesar destas características transversais, a Leonor reconheceu algumas diferenças, em particular, entre a investigadora principal, a Diana, e a doutoranda do projeto, a Maria, em grande medida fruto da idade e experiência de ambas:

São muito diferentes, não sei se é da idade ou da experiência que já têm. A Diana é um bocadinho mais formal, mas não deixa de ter aquela parte de amizade que ela nos passava. A Maria, se calhar por ser um bocadinho mais nova, é mais descontraída. A Diana é mais certinha a fazer as coisas do que propriamente a Maria. A Maria era mesmo descontraída, se correr mal não há problema, volta-se a fazer outra vez! (Ef).

Outro aspeto que foi muito referido em termos relacionais, diz respeito ao ambiente descontraído que a Leonor presenciou no estágio: “mas ao contatar com elas (...), elas faziam o papel delas tão abertamente que não mostravam nenhuma distinção (...) e falavam com se tivessem todos no mesmo estatuto, e acho que isso também ajudou” (Ef). Esta avaliação final relativamente ao ambiente no contexto real de ciência foi bem evidente ao longo de todo o processo, uma vez que a Leonor nunca demonstrou receio em colocar dúvidas e questões sobre os procedimentos em que ia colaborando:

A Leonor pergunta: “Maria, o que é que acontece se o ratinho de uma gaiola estiver parasitado e o da outra gaiola não?”. A Maria está a ver no microscópio e diz que são cerca de 600 hemácias no campo de observação. Imediatamente a Leonor diz, e como é que sabemos isso? A Maria responde: ao fim de muitas observações! ...[julgo que as alunas estavam a gostar desta observação e estavam bastante envolvidas neste processo]. De vez em quando colocavam questões à Maria do tipo: não há muitos parasitas para o número de hemácias? Ou, o que é isto aqui? E a Maria responde, é lixo! Este está menos parasitado do que o outro,

não está? (...) A Leonor pergunta: “mas porque é que agora estou a ver as coisas verdes? Agora não se fez nenhuma coloração?” A Maria responde que essa tonalidade se deve ao contraste e mexe no diafragma para que ela perceba... A Leonor perguntou à Maria se o alimento era suficiente para os 10 dias. (NC).

Apesar da equipa de investigação trabalhar num instituto de dimensão considerável, poucas foram as relações estabelecidas com investigadores/as de outros grupos de investigação. Além disso, o envolvimento relacional, entre as futuras professoras e os elementos da equipa na qual colaboravam, não foi além dos momentos intrinsecamente associados à investigação.

A avaliação da Leonor, relativamente ao envolvimento epistémico gerado no estágio, não foi positiva, em grande medida devido ao reduzido número de discussões presenciadas no contexto real de ciência. Após ter tido conhecimento das dinâmicas vividas no estágio na área da Geologia, esta avaliação tornou-se ainda mais evidente:

Investigadora - E esses aspetos são específicos deste episódio ou acham que são transversais ao vosso estágio?

Helena - Pelo menos no nosso caso sim.

Leonor - No caso delas eu acho que houve, foi evidente isso, por aquilo que elas contam de pôr (...) os alunos a pensar (...). No nosso se calhar não tanto, pois eram as duas cientistas e comunicavam mais entre elas as duas, não havia assim uma grande interação com o resto das pessoas.

Helena - Elas não discutiam, não diziam, ahh, não, não, não é assim?

Leonor - Não. Acho que não, pelo menos que nós assistíssemos a isso não. (S5).

Acresce ainda o facto de a investigação ter sido retratada de forma simplista e a Leonor ter demonstrado dificuldade em explicitar aspetos de natureza mais conceptual relacionadas com o contexto da problemática e a origem das questões de investigação:

Leonor - Elas tinham o fármaco, aquele e ponto final!

(...)

Leonor - Sim, já sabiam todos os passinhos que tinham que fazer, se não resultasse aquilo não era ideal, não é?

(...)

Investigadora - Porquê aquele fármaco e não outro?

Leonor - Sim. (S5).

Tal como ao longo do estágio, também na entrevista final as dificuldades reportadas pela Leonor estavam associadas à manipulação de animais e às próprias condições de trabalho: “nos estágios foi o problema dos ratos grandes, parecem coelhos e são fofinhos. Mas eu ainda toquei, e sou sensível a cheiros. Depois, ainda no laboratório era

o sangue, poder entrar em contato com o sangue do ratinho” (Ef). Apesar destas dificuldades, a Leonor revelou um elevado nível de contentamento e satisfação face à sua participação no contexto real de ciência: “na altura eu dizia (...), eu vou mudar de curso, pois eu estava a gostar imenso daquilo, do que elas estavam a fazer, se calhar porque sempre gostei de ciências” (Ef). Considerou ainda, ter tido um papel ativo no desenvolvimento da investigação científica, dado ter tido a oportunidade de realizar diferentes tarefas e procedimentos:

Acho que participei de uma forma ativa, principalmente na parte do biotério, na parte das limpezas, e depois na esterilização. (...) Na parte do biotério fui bastante ativa, depois, na outra parte, acho que havia muitos tempos mortos, de pausa, à espera do resultado. Aí se calhar senti-me um bocadinho inútil, não sabia o que fazer. Mas depois, como nos deram a oportunidade de fazer isso tudo, de preparar as lamelas e as lâminas, de fazer as contagens, de ver o que elas estavam a fazer, e (...) ao mesmo tempo ver onde estavam os mosquitos, acho que andámos sempre a saltar de um lado para o outro. Senti-me integrada. (Ef).

Apesar de ter indicado que o seu envolvimento na fase de planificação da investigação poderia ter sido relevante manifestou, simultaneamente, algumas dúvidas sobre a exequibilidade e relevância da sua participação nessa fase da investigação:

Não sei é se teria (...) conhecimentos suficientes para isso... Penso que não ia ter, podia ajudar, mas acho que não ia ser grande contributo, ao fim ao cabo elas é que são as mestres, por assim dizer, acho que não ia conseguir contribuir de forma nenhuma para elas avançarem. Podia ajudar, na organização ou assim, mas acho que não ia conseguir. (Ef).

Os seminários

Por motivos profissionais, a Leonor não teve oportunidade de comparecer a dois seminários dedicados à NC. No entanto, visualizou as gravações dos mesmos junto da investigadora. Nos restantes seminários sobre a NC, a sua participação não foi muito ativa, principalmente quando as visões das colegas não eram coincidentes com a sua.

Inicialmente, a Leonor considerava que a ciência era imbuída de valores culturais e sociais e, naturalmente, as suas intervenções nos seminários espelharam essas visões. Por exemplo, quando se discutia se os/as cientistas deviam utilizar animais considerados sagrados, a sua posição foi perentória: “deviam escolher outro modelo” (S2). Referiu ainda que concordava parcialmente com a posição da Carla, que defendia que: “Toda a gente consegue chegar aos métodos e técnicas que existem no mundo

todo, mas cada cientista escolhe o que quer” (S2). Por um lado, concordava com a autonomia que os/as cientistas possuem relativamente à escolha dos procedimentos a adotar numa investigação e, para evidenciar esse facto, partilhou uma informação relatada por um investigador no contexto real de ciência: “no laboratório, um dos cientistas, apesar de a técnica não causar sofrimento ao animal, (...) tinha receio e não a usava” (S2). No entanto, também considerava que essa liberdade estava condicionada pois “nem todas as técnicas estão acessíveis a todos os cientistas devido a questões financeiras” (S2).

A fronteira ténue, entre a religião e a ciência foi também defendida pela Leonor. Concordou com a opinião defendida pela João, referindo que “cada vez mais os católicos estão a ir por aí, a tentar utilizar a ciência para questões de cariz religioso” (S2).

Ao longo dos seminários, a Leonor demonstrou dificuldade em diferenciar alguns conceitos, em particular o conceito de teoria e hipótese. Mesmo perante a referência de uma colega sobre a importância da comunidade científica, nos processos de validação do conhecimento científico, o facto de não ser possível comprovar as hipóteses tornava a fronteira entre estes dois constructos demasiado difusa e sem significado para a Leonor:

Leonor - Mas o Big Bang ninguém provou.

João - Mas é algo... É algo... Tens razão, mas eu...

Leonor - Estás a ver! Para mim o Big Bang é só uma hipótese, eles acham que aconteceu qualquer coisa.

João - Não, eu acho que passa a ser teoria quando é algo socialmente aceite, pela comunidade científica e pela sociedade, acho que é isso, na minha perspetiva passa a ser teoria quando é aceite. (S5).

Perante um pedido explícito, por parte da investigadora, para refletirem sobre os processos e mecanismos que levam à aceitação de uma teoria pela comunidade científica, a resposta da Leonor revelou uma ideia muito prescritiva do processo, transparecendo uma visão aproblemática da ciência:

Leonor - Porque os cientistas disseram que era assim.

João - E porque é a melhor hipótese até agora.

Leonor - Sim, provavelmente.

(...)

Investigadora - Por exemplo, em relação à teoria da Tectónica de Placas a maioria da comunidade científica aceita, e porque é que neste caso já utilizam o termo hipótese?

Leonor - Porque ainda não está provado... Ou lá está! Como há duas hipóteses não dá para aceitar nenhuma delas. (S5).

À medida que as colegas iam desenvolvendo raciocínios sobre as diferenças entre as teorias e as leis, bem como as possíveis relações entre elas, a participação da Leonor foi diminuindo. Contudo, quando a sua intervenção era solicitada, optava por concordar com a opinião expressa pelas colegas:

Investigadora - Conta-nos Leonor, o que é que achas?

Leonor - Não sei, não... Acho que sim, que elas têm razão.

Helena - Não estás para te chatear, não é?

Leonor - Não, não tem nada a ver. O que estavas a dizer faz sentido.

(...)

Leonor - Sim, que era aquilo que tu estavas a dizer que não dava para hierarquizar e nós estávamos a tentar pôr uns [conceitos] em cima dos outros. (S5).

Segundo a Leonor, a temática em análise revestia-se de alguma dificuldade e complexidade, tal como sugere a seguinte intervenção: “eu estou a pensar, a professora dá cabo de mim!” (S5). Além disso, mencionou que a discussão promovida no seminário tinha contribuído para repensar algumas das suas conceções iniciais sobre a temática: “estou a refletir, sim, acho que sim, concordo. Pode-me devolver a folha” (S5).

Mesmo após ter indicado concordar com alguns dos raciocínios formulados pelas colegas, a Leonor sentiu necessidade de hierarquizar as teorias, tendo por base a contemporaneidade dos fenómenos que as mesmas procuram explicar:

Investigadora - Na tectónica de placas, as placas mexem-se, é uma teoria que tenta explicar um fenómeno que está a acontecer.

Leonor - Mas se calhar, se vamos comparar entre uma e a outra, se calhar a tectónica de placas é mais fácil acreditar que o Big Bang.

Carla - Sim, era isso que eu ia dizer.

Leonor - Porque, relativamente à tectónica de placas, nós temos sismos, que comprovam que provavelmente acontecem por causa da teoria, não é? Enquanto que o Big Bang foi uma coisa que já aconteceu há muito tempo e que supostamente nós não temos como visualizar agora. (S5).

Relativamente ao carácter ensaístico do conhecimento científico, numa primeira fase, o discurso da Leonor revelou uma visão bastante cumulativa da ciência. Apesar de considerar que a mudança de “mentalidades” podia ser uma das causas para a evolução do conhecimento científico, o seu raciocínio era ainda muito ingénuo: “Então, porque as

peessoas antigas são ‘burras’ e nós, com a evolução, (...) tendemos a crescer sempre mais um bocadinho e aprender mais [Risos].” (S5).

Relativamente aos seminários dedicados ao ensino e aprendizagem das ciências, a participação da Leonor foi muito mais ativa, tendo contribuído com as suas opiniões e com diferentes exemplos decorrentes das suas experiências nas práticas de ensino supervisionadas.

No âmbito do ensino da NC, a Leonor era da opinião de que “só o facto de estarmos a fazer experiências, atividades práticas, estamos a ligar os miúdos àquilo que o cientista faz, não é?” (S_B). Isto sugere que inicialmente, para esta participante, fazer ciência era suficiente para aprender sobre a NC. Por outras palavras, a Leonor identificava-se com uma abordagem implícita sobre a NC.

Ao longo do seminário a Leonor referenciou, várias vezes, que o ensino sobre a NC não era exequível durante a formação inicial de professores/as, vislumbrando apenas a sua implementação quando fosse a professora titular de uma turma: “nós vamos ser as maiores e inovar quando estivermos sozinhas, numa sala de aula” (S_A). Esta visão resultava, em grande medida, dos diferentes condicionalismos que, na opinião desta participante, eram impostos pelos/as professores/as cooperantes, pelos/as supervisores/as e pela própria organização das práticas de ensino supervisionadas.

Para a Leonor, os condicionalismos impostos pelos/as cooperantes eram de natureza diversa, influenciando direta e indiretamente, as ações dos/as estagiários na sala de aula. O elevado número de conteúdos programáticos impostos pelos/as cooperantes, a “obrigatoriedade” do uso da manual escolar e do cumprimento das planificações foram alguns dos exemplos mencionados pela Leonor para evidenciar essa influência:

Em muitos contextos a gente chega lá e pergunta o que é que é suposto fazer e... a partir do momento que nos dão uma quantidade enorme de conteúdos restringem um bocado o nosso espaço de manobra, não é?

(...)

Era aquilo que eu dizia à supervisora X o ano passado. Isto é muito bonito quando somos a professora e temos a turma e se eu não fizer agora faço depois. Outra coisa é ter uma professora cooperante que me diz isto é tudo para fazer (...). E também (...) temos os livros, pois os livros são para usar porque é para seguir o livro, que é para não sei o quê...

(...)

Aconteceu comigo e com a minha colega de estágio, mas principalmente com ela. (...) Nós tentávamos evitar o livro e depois [a nossa cooperante do ano passado] acabou por nos dizer,

tentem usar o livro porque depois os pais dizem que o livro ficou por usar, quando nós conseguimos perfeitamente dar aulas sem pegar nos manuais sequer. (S_A).

Segundo a Leonor, o ensino por investigação envolvia, necessariamente, atividades abertas, ou seja, atividades em que os/as alunos/as tivessem autonomia para selecionarem os procedimentos a adotar, quer para a recolha de dados, quer para a sua análise. Mesmo apesar de duas participantes apresentarem um posicionamento mais flexível, perspetivando diferentes níveis de direcionamento por parte do/a professor/a, a Leonor manteve-se fiel a esta ideia, dando diferentes exemplos:

Eu digo que quero fazer uma pergunta, dou-lhes o material ou disponibilizo e depois eles vão buscar o material que acham que é necessário (...) para chegar a uma resposta. E são eles que vão pensar, vou fazer isto e vou fazer aquilo, vou fazer assim ou vou fazer assado. Agora se eu chegar lá e disser, (...) quero que encontrem uma resposta a esta pergunta, façam isto, isto e isto, o protocolo, para mim isso não é investigação, isso é dar logo tudo de bandeja, eles só vão chegar a um resultado, mas a um resultado que eu já sei [qual é]. (S_B).

De alguma forma esta conceção estava enraizada na ideia de que “uma atividade prática não tem de ser necessariamente uma investigação” (S_B) e do facto da Leonor perspetivar as “atividades sequenciadas não como uma investigação, mas como uma atividade prática” (S_B). No entanto, em virtude da discussão gerada, a Leonor começou a reconhecer a necessidade de diferentes abordagens em função do desenvolvimento das crianças.

Após a visualização de alguns vídeos, que ilustravam a realização de investigações no 1º e 2º CEB, as intervenções da Leonor revelaram que a mesma reconhecia as potencialidades inerentes a este tipo abordagem. Na sua opinião, “eramos muito mais felizes se a educação em Portugal fosse assim” (S_B). Contudo, a Leonor evidenciou muitas reservas relativamente à exequibilidade dessas atividades no contexto português dado não ser uma prática frequente nas salas de aula:

Leonor - É verdade, porque nós para fazermos isto com os nossos alunos temos que começar desde pequeninos, não é? E se nós formos a ver, se pegarmos numa turma qualquer a meio...

Carla - Não conseguimos fazer isto.

Leonor - Quer dizer, conseguimos mas vamos ter um trabalhão enorme até que eles consigam fazer isto, praticamente não há alunos que estejam habituados a fazer este tipo de [atividade].

Helena - Se bem que eles aprendem muito rápido.

Leonor - Isso sim, mas se pensarmos, não há, de certeza absoluta, professores a fazerem isto em sala de aula. (S_B).

Para a Leonor, algumas das dificuldades na implementação de um ensino por investigação estavam associadas às características dos/as próprios/as alunos/as. Por exemplo, em virtude do desenvolvimento cognitivo das crianças, a Leonor considerava ser mais fácil implementar este tipo de ensino num terceiro e ou num quarto ano do 1º CEB: “Eu digo isto pelas idades, mas se formos para uma turma de 3º ou 4º (...) ao menos já vão tentando defender a ideia deles, não é, que depois se for confrontada com outra pode levá-los a pensarem e a questionarem-se” (S_A). Acresce ainda que, para esta futura professora, os problemas de natureza comportamental, aliadas à falta de curiosidade dos/as alunos/as, tornavam a implementação de atividades investigativas bastante difícil em determinados contextos escolares:

Leonor - Exatamente, eles próprios alinham a fazer aquilo. Agora, se for daquelas turmas em que eu chego lá e digo, vamos lá fazer isto, e eles não ligam nenhuma para aquilo, eles próprios dificultam a nossa ação.

Investigadora - E porque é que eles [não ligam nenhuma] para aquilo? Achem que as crianças não iam gostar?

João - Não, eu acho que todos iam adorar.

Carla - Sim.

Leonor - Vais ali para o bairro da Boavista, e chego lá com aquilo. A primeira coisa que eles fazem é atirar-te aquilo à cara.

Helena - Se calhar não.

João - Eu acho que não.

Leonor - Está bem, está! Estiveste lá? Não estiveste João!

João - Eu acho que tudo depende da maneira como tu apresentas a atividade, tenho aqui quatro qualquer coisa, e não explicas antes... Se não surgir, se não fizeres despoletar [interesse].

Leonor - Eu não sei se chegava explicar.

(...)

Leonor - Está bem, mas em certos contextos ia haver disparates pelo meio.

(...)

Leonor - Mas quando eu digo disparates não é barulho, estou a pensar noutras coisas.

(...)

Leonor - Por exemplo, eu disse à professora que ia levar ovos para lá e estava sujeita a que eles pegassem num ovo e experimentassem o que acontece.

Investigadora - E aconteceu alguma coisa?

Leonor - Não!

Investigadora - Como é que eles estavam?

Leonor - Mas esses estavam curiosos para saber o que ia acontecer, por isso é que eu estou a dizer, se eles não estiverem minimamente interessados, de certeza absoluta que ia haver algum disparate. (S_B).

Na sequência desta discussão, a Leonor começou a introduzir novas fontes de constrangimentos, em particular associados à formação inicial de professores/as. Os problemas de natureza comportamental começaram, progressivamente, a serem associados à avaliação realizada pelos/as cooperantes. Neste âmbito, a Leonor partilhou o seguinte episódio: “no quinto ano (...) colocámos os nossos alunos a fazer trabalho de grupo. Nós tivemos que desistir... Não pelos miúdos, mas porque a professora assim que havia um barulho acima do que ela considerava normal passava a tarde toda aos gritos” (S_B). O processo avaliativo realizado pelos/as supervisores/as da instituição de formação foi igualmente referenciado como uma barreira à implementação de um ensino por investigação, de natureza mais aberta, durante as práticas de ensino supervisionadas:

Leonor - Temos o problema de termos uma planificação à frente e se chegamos ao fim e falta um bocadinho, dizem-nos logo, não fizeram tudo, portanto foram muito ambiciosas, para a próxima não façam isso, não escrevam tudo. (...) Enquanto que, se não tivéssemos lá ninguém, se não acabo hoje tudo bem, passa para amanhã.

(...)

Investigadora - Seria igualmente um problema [se fossem as professoras titulares da turma]?

(...)

Leonor - Não!

Investigadora - Então é a questão da avaliação?

Leonor - Sim.

(...)

Leonor - (...) Era isso que eu estava a dizer, a turma é nossa e fazemos aquilo que achamos melhor. (S_B).

Dadas as dificuldades anteriormente referidas, para a Leonor, a realização de atividades investigativas seria “impossível num estágio com observação” (S_B). Contudo, quando a discussão se focava no período temporal após a finalização da formação inicial de professores/as, a sua posição já era distinta.

Avaliação global do programa

A participação da Leonor no programa Ciência ao Vivo foi perspectivada de forma bastante positiva. Chegou mesmo a comentar, “faça isto mais vezes e conte comigo” (Ef), para ilustrar o seu contentamento. No entanto, não se sentiu confortável em indicar se as suas expectativas tinham sido, ou não, concretizadas, uma vez que “vinha quase em branco” (Ef). Ainda assim, referiu que, quanto aos seminários, não houve grandes

surpresas, tendo ido ao encontro do que esperava pois “já sabia que era para a gente refletir” (Ef).

Relativamente às aprendizagens que considerou ter realizado, em virtude da sua participação no programa, a Leonor começou por indicar tratar-se de uma lista extensa, bem evidente no seguinte comentário: “nunca mais vamos sair daqui” (Ef). Em primeiro lugar, frisou aprendizagens no domínio do conhecimento substantivo e processual resultantes da sua imersão no contexto real de ciência: “aprendi que [os murganhos] são muito parecidos com os humanos, coisa que (...) nunca me tinha passado pela cabeça, se não, não estavam a ser testados (...). Já há muito tempo que não preparava lâminas e lamelas” (Ef). Referiu ainda aprendizagens de cariz mais pedagógico, como consequência das reflexões que realizou sobre a relação entre a Diana e a Maria:

É a parte da relação dos alunos e dos professores (...) quanto mais à vontade os alunos se sentirem, se calhar melhor partido retiram daquilo que estão a fazer. A Maria supostamente era aluna da Diana (...) e eu olhava para elas as duas e se calhar achava que não. (Ef).

Em segundo lugar, destacou aprendizagens resultantes do seu envolvimento nos seminários, nomeadamente o aumento da sua capacidade reflexiva e do seu espírito crítico: “(...) fazia-nos refletir e ao mesmo tempo desenvolver a nossa parte crítica” (Ef). Estas aprendizagens eram, na perspetiva da Leonor, consequência das diferentes estratégias implementadas nos seminários, em particular, de três aspetos distintos. O primeiro prende-se com a diversidade e a complementaridade inerente aos dois contextos reais de ciência oferecidos no programa. Segundo a Leonor, este aspeto contribuiu para fomentar e enriquecer a partilha de experiências e a reflexão acerca das mesmas:

Depois estivemos em situações diferentes mas que se podiam relacionar umas com as outras, então não eram coisas estanques. Tanto eu como a Carla podíamos falar, mas a Helena e a João também podiam intervir, sendo que tivemos em situações completamente diferentes, portanto acho que a partilha foi muito boa. (Ef).

O segundo aspeto relaciona-se com o recurso aos artefactos construídos pelas participantes (diários de bordo e questionários). Na opinião da Leonor esta estratégia foi benéfica pois permitiu que a reflexão promovida nos seminários tivesse em consideração as conceções iniciais das participantes: “a parte do Diário de Bordo foi giro, porque a professora pegou naquilo e pôs-nos a refletir a partir das nossas próprias respostas” (Ef). O terceiro aspeto está associado à possibilidade de aprender através das ideias das colegas, em virtude do esforço desenvolvido no sentido de tornar público o pensamento dos diferentes intervenientes:

Nos seminários, acho que foi mesmo mais refletir, a parte da comunicação, de comunicarmos umas com as outras, foi mesmo importante (...) a partilha, o facto de nós estarmos ali todas juntas. (...) Depois, ao refletirmos, estamos a ajudar-nos, então eu reflito, a professora reflete e a outra pessoa reflete e entretanto eu que fui a primeira a refletir consigo chegar mais à frente naquilo que estou a fazer. (Ef).

Em suma, a abordagem participatória, dialógica e colaborativa promovida nos seminários foi muito valorizada pela Leonor. Foi exatamente esta valorização que levou a Leonor a considerar os seminários como a componente mais relevante do programa Ciência ao Vivo.

O eventual impacto do programa na sua futura prática docente, no seu interesse pela ciência e no seu conhecimento sobre a NC apenas foram descritos após uma solicitação explícita, por parte da investigadora, para a Leonor refletir sobre esses aspetos. No âmbito da NC, a imagem dos/as cientistas foi o aspeto mais enfatizado. Segundo a Leonor a sua inserção no contexto real de ciência “mudou completamente a minha ideia de cientistas, são pessoas normais (...) eu nunca tinha pensado nesse aspeto mas ao contatar com elas eu não consigo perceber se elas eram mesmo cientistas” (Ef).

Conceções após o programa Ciência ao Vivo

Conceções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

A Leonor considerou que o seu envolvimento no programa Ciência ao Vivo tinha sido importante para repensar a natureza das práticas pedagógicas que pretendia vir a implementar no futuro. Em particular, passou a considerar necessário estabelecer uma ligação mais estreita, entre as atividades que são desenvolvidas na sala de aula e o trabalho que os/as cientistas realizam:

Deu-me vontade de pegar no Estudo do Meio para tudo e mais alguma coisa (...). Tenho vontade de mostrar aos miúdos que os cientistas não são aquilo que toda a gente acha que são, e de pô-los a trabalhar como as cientistas também trabalham (...) Portanto aquilo dá mesmo vontade de pôr os miúdos a fazer coisas idênticas. (Ef).

Para atingir esse objetivo, a Leonor considerou relevante passar a planificar atividades mais abertas que partissem dos interesses e das curiosidades dos/as alunos/as e em que as sugestões das crianças fossem tidas em conta para o desenvolvimento das

tarefas a realizar na sala de aula. Em virtude destas considerações, a Leonor passou a realçar o papel do/a professor/a como facilitador/a e orientador/a do processo de ensino-aprendizagem. De acordo com as suas palavras:

Eu se calhar agora dava mais, como é que eu posso explicar... Dava mais liberdade aos alunos para criarem, como é que eu-hei de explicar... Se calhar não levava tudo tão linear, não chegava lá com tudo. É para resolvermos esta questão, então vamos investigar, eu trouxe isto e isto e isto, façam isto e isto, não. Se calhar agora não! Se calhar chegava lá e primeiro, tinha que arranjar forma de incutir a dúvida neles (...) ou pelo menos conduzi-los para lá, depois perguntava então o que é que é preciso... Ah! E se calhar eles iam-se lembrar de coisas que eu não me tinha lembrado, e depois dava-lhes um bocadinho a liberdade para eles tentarem perceber como é que chegavam... Ou o que é que podiam fazer para montar as coisas, podia dar ajuda, têm que fazer isto ou aquilo, mas primeiro ouvi-los e só depois então ajudá-los. (Ef).

Na perspetiva da Leonor, o facto se serem os/as próprios/as alunos/as “a investigar, irem eles à procura das coisas, participar mesmo em tudo, na recolha, na observação, na análise” (Ef) seria benéfico, pois permitir-lhes-ia “perceberem, ao fim ao cabo, o que é que um cientista faz” (Ef). Enfatizou, por isso, as atividades práticas, em que os/as alunos/as tivessem a oportunidade de “experimentarem, tocarem, contatarem” (Ef).

O envolvimento dos/as alunos/as nas atividades foi bem patente nas propostas didáticas construídas pela Leonor a partir dos incidentes críticos finais, principalmente ao nível da recolha e tratamento dos dados:

Então como podemos investigar quem é que tem razão? Marca-se uma visita de estudo e vamos todos para a praia, pronto. Faz-se uma recolha (...) podia-se então medir a temperatura da água ao longo das quatro estações do ano (...). Fazia-se um projeto. (IC1f).

Agora podíamos fazer qualquer coisa para tentar perceber o porquê. Podíamos-nos armar em CSI, ver as pegadas e depois tentar associar as pegadas aos animais que poderiam ter aquelas pegadas. Podíamos também tentar perceber que animais é que podiam comer as leguminosas, e depois tentar relacionar que animais desses é que podiam ter dado entrada na horta e, em último caso, fazíamos uma espera ao animal. (IC3f).

O facto dos conteúdos em estudo serem interessantes para os/as alunos/as foi também um aspeto valorizado pela Leonor. Considerou que esse aspeto jamais seria alcançável se fossem adotadas práticas pouco estimulantes, como por exemplo:

(...) ser aquelas coisas que o professor faz, abram o livro na página tal, vamos ler, e vamos fazer uma cópia, isso não, coitadinhos, eles não estão nada motivados para o Estudo do

Meio, e é por isso que muitos miúdos acham que o Estudo do Meio é como a língua portuguesa (...). Eu acho que tem que ser interessante” (Ef).

Quando desafiada a explicar os meios através dos quais essas aulas se poderiam tornar mais interessantes, a Leonor fez essencialmente referência aos recursos e ao facto de estes serem apelativos:

Investigadora - E como é que podes tornar interessante?

Leonor - Acho que eles têm que ter coisas palpáveis, nem que sejam imagens, para ver, não só aquelas do livro. E depois, talvez, se eles tivessem mesmo um elemento visual, nem que fossem eles a trazer de casa...

Investigadora - O que é que queres dizer com elemento visual?

Leonor - Não sei, por exemplo (...), levei o exemplo das metamorfoses, ter imagens ou então ter coisas que eles possam mesmo ver, observar, mais... Vídeos, que eu acho que são simples, mas que para eles podem ser um mundo enorme, não sei, arranjar coisas estimulantes. (Ef).

Aspetos de natureza organizacional, nomeadamente a disposição dos/as alunos/as na sala de aula com vista ao aumento da comunicação, foram também referenciados: “a maneira como os miúdos estão a trabalhar, estão todos sentados, uns ao pé dos outros, mesmo [de modo] tradicional, portanto não há troca, não há comunicação entre eles” (Ef).

O discurso da Leonor, após o programa, passou a fazer referência a uma maior panóplia de competências a desenvolver no âmbito do Estudo do Meio, nomeadamente, competências ao nível do conhecimento processual, epistemológico, e do domínio das atitudes:

Espírito crítico, não aceitem tudo o que a gente diz, e portanto reflitam também sobre aquilo que nós estamos a dizer para poderem aprender. Mais, competências, mais... Espírito crítico, análise também, mais, se for investigação tem aquela parte também da observação. Fomentar também o interesse deles (...) no Estudo do Meio e da ciência em si, se calhar também uma parte histórica, perceberem o que é que aconteceu antes de chegar a uma certa conclusão, que houve pessoas que investigaram, que às vezes isso é um bocado descuidado (...) (Ef).

Contudo, as propostas didáticas construídas não evidenciaram uma exploração sistemática e explícita sobre a NC. Apesar de ter sugerido o desenvolvimento de algumas atividades investigativas, não fez uso das mesmas para refletir e discutir com os/as alunos/as questões de índole epistemológica. Por exemplo, relativamente ao

incidente crítico sobre a evolução da classificação dos reinos, a Leonor fez a seguinte proposta:

levava uma grande quantidade de animais, e pedia a eles para organizarem, segundo um critério. Mas podia haver mais critérios. A minha ideia era, se eu levasse várias coisas para eles organizarem, os critérios seriam sempre diferentes, porque cada um ia utilizar um critério diferente para classificá-los, se calhar, ajude-me, se calhar cada um destes cientistas utilizou um critério diferente para os organizar (IC6f).

Contudo, no final de explicitar esta estratégia, a Leonor acabou por adotar uma postura mais direcionada, isto é, um discurso de natureza mais didática, dadas as dificuldades que sentiu em estabelecer a ponte entre as atividades de natureza mais investigativa e a NC. A única exceção correspondeu à exploração da imagem do/a cientista.

Conceções sobre a ciência

Após o programa Ciência ao Vivo, a Leonor revelou visões informadas sobre a natureza tentativa do conhecimento científico. Esta participante reconheceu que, para alterar uma teoria é preciso: “ir buscar novos dados ou então posso ir buscar aqueles que já existem e ter uma nova interpretação, desde que justifique” (Q3). Para além disso, as leis passaram a ser perspetivadas como um produto da ciência que pode sofrer evolução: “a lei, supostamente foi uma coisa que foi estudada pelas pessoas embora possa ser depois alterada ou refutada” (Q3). Na opinião desta futura professora, os seminários foram os momentos que mais contribuíram para reforçar esta ideia, mais precisamente a partilha realizada pelas colegas envolvidas na investigação geológica: “a investigação da Helena e da João, acho que o Frederico anda ali a dar cabo da cabeça das pessoas e vai trazer novos conhecimentos pegando naqueles que já existem” (Q3).

As funções e as relações entre as teorias e as leis passaram igualmente a ser descritas de forma mais consentânea com a literatura. Para a Leonor, tornou-se evidente que a teoria “é uma coisa que é aceite mas que não se consegue [comprovar], é mais aceitável. Portanto eu não consigo comprovar o Big Bang” (Q3). Referiu ainda que as leis “podem ser observadas, supostamente constatadas, enquanto que a teoria é uma coisa que se supõe” (Q3) podendo ser alteradas ou refutadas.

A teoria é uma conjectura que se levanta, um pensamento que se tem sobre alguma coisa, como por exemplo a teoria do Big Bang (...). Depois, a lei científica é uma coisa que se conseguiu comprovar [a participante está a ler a resposta inicialmente dada no Q1], e esta

parte aqui se calhar tiro, que deve ser seguida pela comunidade científica, seguida se calhar não digo, como é que eu posso explicar, que é aceite pela comunidade científica. (Q3).

Relativamente a este aspeto da NC, a Leonor considerou terem sido as discussões promovidas nos seminários os momentos mais relevantes para a clarificação destes conceitos.

Após as experiências científicas em contexto real, a Leonor continuou a enfatizar a importância da subjetividade na construção do conhecimento científico, no entanto, os exemplos que mencionou foram muito incipientes e enraizados em contextos quotidianos, o que denota ainda uma visão apenas parcialmente informada sobre este aspeto:

Mesmo pela própria experiência e conhecimento que têm. Ou seja, vamos pensar que eu tenho uma planta e coloco-a na janela, duas plantas, vá, e entretanto uma morre e outra não. Quando for tirar as minhas conclusões posso achar que foi falta de sol e a Carla, por exemplo, tendo exatamente a mesma planta (...) pode achar que foi excesso de sol, porque, por exemplo em casa dela já pode ter acontecido ter plantas muito tempo num sítio com excesso de sol e que tenham morrido por causa disso, enquanto que eu, por ter plantas numa janela onde não recebo sol suficiente (...). Portanto os conhecimentos que eu tenho podem influenciar as conclusões que eu tiro com os mesmos dados. (Q3).

Na opinião da participante, foi o estágio realizado pelas colegas na área da Geologia e a partilha dessas experiências nos seminários, que mais contribuiu para o reforço desta ideia. O episódio referente à controvérsia sobre a interpretação geotectónica da região mediterrânica foi, uma vez mais, invocado pela Leonor para justificar a sua posição: "(...) no caso da Helena e da João (...) o Frederico também teve acesso a esses dados, não é? E ele quer chegar a uma conclusão diferente" (Q3).

Segundo a Leonor, o desenvolvimento de uma visão informada acerca do papel da sociedade e da cultura no desenvolvimento do conhecimento científico resultou, por um lado, das experiências decorrentes do contexto real de ciência e, por outro, das reflexões nos seminários. As discussões sobre a utilização de animais nas investigações científicas foram particularmente úteis para que refletisse sobre essas influências:

Acho que toda a gente é contra o uso de animais para fazer experiência, mas nos ratos ninguém se importa, ou pelo menos eu não vi ninguém criticar por ser ratos, porque... Se fossem cães eram criticados... aqui reflete... reflete valores sociais. O exemplo do gato, fazer, um cientista agora fazer, ou na China, utilizar gatos, acho que como eles utilizam gatos para o horóscopo, vamos imaginar que na China todos gostam bastante de gatinhos, os cientistas

não são malucos ao ponto de irem para a China maltratarem, entre aspas, os gatinhos, portanto reflete valores culturais, e neste caso também sociais. (Q3).

Após o término do programa Ciência ao Vivo, a Leonor continuou a evidenciar visões informadas sobre a importância da criatividade e da imaginação no desenvolvimento do conhecimento científico: “os cientistas têm que ter uma grande criatividade na maneira como investigam, naquilo que utilizam para chegar, para moldar as coisas” (Q3). De acordo com a participante, a informação compartilhada pelas participantes que colaboraram com o Frederico, durante os seminários, foi o aspecto que mais contribuiu para reforçar a sua ideia inicial:

No estágio acho que elas não usam assim. Quer dizer, eu não sei como é que elas planejaram a investigação, mas daquilo que eu vi não tinha assim grande imaginação e criatividade, eram coisas muito formais o que elas tinham que fazer. Acho é que foi mais nos seminários. Acho que aqui se calhar se adapta mais ao Frederico então, a maneira como ele [prepara] as coisas, pelo menos das coisas que elas diziam, de pôr, sei lá, areia em vez de não sei o quê (...) mais (...) o motor que ele inventou para fazer o puxar. Portanto eu acho que ele aí ele utiliza bastante a imaginação e a criatividade. (Q3).

Após o programa Ciência ao Vivo, a Leonor desenvolveu visões informadas sobre a natureza empírica do conhecimento científico. Na sua opinião, a ciência apresenta uma base empírica porque os/as cientistas “[se] querem saber alguma coisa utilizam metodologias investigativas” (Q3). No entanto, para a Leonor os dados não falam por si só e, como tal, o seu discurso também focou a importância da argumentação “desde que eu justifique (...) e que convença, neste caso convencer” (Q3) o que evidencia uma imagem mais humanizada da ciência. Na opinião desta participante, os seminários, em conjugação com o estágio, foram relevantes para reconceptualizar estas questões.

A definição de uma experiência científica também se tornou mais clara para a Leonor, dado ter indicado tratar-se de uma atividade que “tem que ter controlo de variáveis” (Q3). Na opinião desta futura professora, a clarificação deste conceito estava, por um lado, intimamente relacionada com um dos seminários e, por outro lado, com o próprio estágio uma vez que “elas mantinham algumas condições mas iam mudando outras para ver se realmente o fármaco influenciava ou não, se ia ter efeito” (Q3). Além disso, a Leonor deixou de considerar que o avanço do conhecimento científico resultava unicamente de atividades de natureza experimental: “não é nada preciso, então (...) quem descobriu que o sol está fixo e que os planetas andam à volta não experimentou absolutamente nada (...) mas desenvolveu o conhecimento científico” (Q3).

A imagem dos/as cientistas, e do trabalho que desenvolvem, foi também uma área para a qual a Leonor reportou várias aprendizagens. As ideias elitistas e estereotipadas que possuía foram, em virtude da imersão no contexto real de ciência, gradualmente dissipadas, passando a conferir aos cientistas e às cientistas, atributos de “normalidade”:

Eu acho que mudou completamente a minha ideia de cientistas. São pessoas normais! Eu sabia que os cientistas eram pessoas normais mas ao olhar para elas, se eu as visse na rua (...). Ao contactar com elas eu não consigo perceber se elas eram mesmo cientistas, se eram professoras, estudantes, porque acho que elas faziam o papel delas tão abertamente que não mostravam nenhuma distinção, agora sou eu a professora. Tínhamos lá também alunos, aquele que estava de volta das moscas, e falávamos como se tivessem todos no mesmo estatuto, e acho que isso também ajudou. (Ef).

O cientista não é uma pessoa maluca, é uma pessoa normal, como um comum mortal e que tem um dia-a-dia, e que não tem cabelo branco. (Q3).

O espírito colaborativo e a abertura foram igualmente características que a Leonor passou a conferir ao trabalho desenvolvido pelos/as cientistas: “eu achava que eles trabalhavam muito isoladamente (...), achava que eram mais individuais. Quando por exemplo ali no biotério via-se que eles eram muito unidos, e trabalhavam todos para o mesmo efeito” (Ef). Neste âmbito, a Leonor criticou os meios de comunicação social dado não ilustrarem, de forma fidedigna, esta característica do trabalho dos/as cientistas:

Porque eles às vezes nos jornais mostram os projetos que há e o financiamento de alguns cientistas. Se nós repararmos eles focam-se apenas num cientista e o estudo do cientista, e o que é que ele está a fazer, claro que ele tem uma equipa que o ajuda, como por exemplo a Diana e a Maria, estavam as duas a trabalhar em conjunto, mas quando mostram, passam para a sociedade a ideia que é aquele cientista apenas, eu acho que não passam a parte da colaboração. (SA).

Por fim, a Leonor também alterou a sua visão acerca dos atributos do trabalho do/a cientista. Embora inicialmente tivesse considerado o trabalho investigativo entediante, o seu envolvimento no programa permitiu-lhe perceber “que é giro” (Q3), “não é nada secante, por acaso é giro” (Q3) embora demorado, pois “as coisas davam muito trabalho” (NC).

Do pensamento à ação...

Descrição das práticas pedagógicas

A Leonor estagiou numa turma do terceiro ano de escolaridade de uma escola da área da grande Lisboa. Tal como é habitual, partilhou a turma com outra colega de estágio tendo ficado responsável por lecionar três semanas, intercaladamente.

De acordo com o diagnóstico efetuado pela Leonor, durante as três semanas que antecederam a prática de ensino supervisionada, os/as alunos/as não nutriam muito interesse pela área de Estudo do Meio, caracterizando-a como sendo uma área “chata e aborrecida” (NC). Mencionou ainda que a avaliação dos conhecimentos dos/as alunos/as, no âmbito do Estudo do Meio, foi dificultada pelo pouco tempo dedicado pelo professor titular à respetiva área, acrescentando ainda que “nas práticas atuais de sala de aula, pouco se observa a capacidade de ‘investigar’” (NC). Em virtude desta caracterização a Leonor estabeleceu, como finalidade para a sua prática de ensino supervisionada, “inverter esta situação, desenvolvendo algumas atividades que levassem a criança a entusiasmar-se por esta área, mas também que suscitassem o interesse e curiosidade sobre problemáticas do seu dia-a-dia” (Plf). Para a concretização desta finalidade, a Leonor planificou “grande parte das sessões de Estudo do Meio, recorrendo a atividades práticas e experimentais, com vista ao contato direto com os materiais” (Plf) e formulou objetivos de aprendizagens essencialmente ao nível do conhecimento processual e do raciocínio lógico.

Durante o período de observação, a Leonor mencionou dificuldades em “verificar se os alunos conseguiam participar em atividades de grupo, exprimir, discutir e fundamentar ideias pessoais, ou participar em atividades de investigação/descoberta, uma vez que o trabalho era essencialmente de carácter individual.” (Plf). Por isso mesmo, considerou relevante adotar, ao longo do período de intervenção, as seguintes estratégias: “pesquisa de informação complementar; trabalhos de grupo ou de pares; apresentações orais; e a elaboração de cartazes” (Plf).

Ao nível dos conteúdos programáticos, e a pedido do professor titular, este grupo de estágio teve que lecionar uma grande diversidade de conteúdos, referentes a diferentes blocos da área do Estudo do Meio, nomeadamente: À descoberta do ambiente natural (Os seres vivos do ambiente próximo; Aspetos Físicos do Meio Local); À descoberta dos materiais e objetos (Experiências com luz, ímanes e mecânica); À descoberta das inter-

relações entre espaços (Os meios de comunicação); À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade (A agricultura do meio local; A Criação de Gado do meio local; A Exploração Florestal do meio local; A Atividade Piscatória do meio local; A Exploração Mineral do meio local; A Indústria do meio local; O Turismo do meio local; A construção do meio local). A Tabela 20 ilustra as diferentes atividades dinamizadas pela Leonor, ao longo das suas três semanas de intervenção, no âmbito das ciências físico naturais.

Tabela 20

Atividades das ciências físico naturais dinamizadas pela Leonor no âmbito da PES

Atividade	Descrição da atividade
1ª/2ª	Classificação dos animais (trabalho de grupo envolvendo pesquisa de informação e a construção de um cartaz)
3ª	Ficha de trabalho de consolidação de conhecimentos
4ª	Influência dos fatores abióticos no comportamento dos animais (construção de um terrário e observação de minhocas)
5ª	Os ímanes (atividade prática sobre os fenómenos de repulsão e atração entre ímanes)
5ª	Os ímanes (atividade prática sobre os diferentes tipos de materiais atraídos pelos ímanes)
6ª	Materiais transparentes, translúcidos e opacos (atividade prática para observação do comportamento dos objetos face à passagem da luz)

Para trabalhar os seres vivos do meio próximo, a Leonor planificou a realização de um trabalho, em que cada grupo ficaria responsável por estudar um animal diferente (joaninha, andorinha, sapo, coelho, polvo, peixe e tartaruga). A realização desse trabalho foi orientada por um guião construído pela futura professora. A primeira parte do guião indicava que, após a leitura de livros, enciclopédias e textos que a professora disponibilizasse, os/as alunos/as deveriam completar uma tabela com as seguintes características sobre o animal em estudo: classificação; descrição física e revestimento (corpo coberto de...); alimentação; reprodução; deslocação; habitat (local e condições em que vive); curiosidades. A segunda parte do guião estava intimamente relacionada com a preparação da apresentação dos trabalhos à turma. Os últimos pontos do guião solicitavam que os/as alunos/as pensassem sobre a organização da informação numa cartolina e realizassem um esboço da mesma. Constava ainda uma tabela com as

diferentes informações que deveriam ser transmitidas, bem como o nome do/a aluno/a que ficaria responsável pela sua apresentação. De acordo com a planificação realizada, para além do objetivo de “Comparar e classificar animais segundo as suas características externas e modo de vida” (Plf) a Leonor também pretendia que os/as alunos/as fossem capazes de:

- Utilizar técnicas para recolher, organizar e reter a informação: sublinhar; tomar notas; esquematizar.
- Fazer uma leitura que possibilite: detetar informação relevante; relacionar a informação lida com conhecimentos exteriores ao texto; procurar informação complementar.
- Utilizar técnicas específicas para registar, organizar e transmitir a informação.
- Redigir textos (de acordo com o plano previamente elaborado; respeitando as convenções (orto)gráficas e de pontuação; utilizando os mecanismos de coesão e coerência adequados).
- Elaborar cartazes.
- Cuidar da apresentação final dos textos. (Plf).

Apesar de todos os/as alunos/as terem efetuado a planificação do cartaz, a sua construção ficou adiada para a sessão seguinte. O *feedback* realizado pelo professor cooperante sobre esta sessão em particular, e sobre a planificação da intervenção em termos globais, consternou a Leonor. Segundo a futura professora os comentários do professor cooperante incidiram sobre os seguintes aspetos:

Que devia ter levado uma cartolina já feita como exemplo daquilo que queria e se possível as imagens já coladas e até alguma informação já escrita nas cartolinas. Que os alunos não vão fazer nada de jeito nas cartolinas, porque não têm noção do espaço e da letra que fazem, referindo inclusivamente que se não ficar nada de jeito (que não vai ficar) as cartolinas não serão afixadas. E que como os alunos conversaram entre eles, para fazerem o trabalho, a Leonor tinha gerido mal a turma.

Que estavam a arriscar muito, porque tinham muito trabalho de grupo e a pares. E que apenas os alunos que trabalham aquele tema é que vão aprender. A Leonor disse que se justificou referindo que haveria uma partilha de conhecimento, mas que o professor respondeu dizendo que só 3 ou 4 é que vão aprender e que se ela fosse às outras salas iria ver que todos estão a fazer o mesmo, porque só assim é que eles aprendem. (NC).

O facto de não se identificar com as concepções de ensino e aprendizagem do professor cooperante fez com que a Leonor se sentisse condicionada a reformular algumas estratégias, planificando atividades com as quais não concordava e que não correspondiam àquilo que tinha aprendido durante a sua formação inicial:

A Leonor disse mesmo: amanhã vou pôr 20 meninos a lerem o mesmo texto, oralmente, para aí umas 10 vezes para que todos possam ler. Se a professora (...) da ESE visse, matava-me!

Vou também à procura de gramática de forma forçada... Se a professora (...) da ESE visse, matava-me! Mas ele gosta... Diz que assim é que se aprende. (NC).

Todo este cenário teve repercussões ao nível da motivação desta futura professora. Após dois dias de intervenção, a avaliação da Leonor relativamente à sua experiência no estágio era claramente negativa:

Referiu ainda que, pela primeira vez não lhe apetece ir para o estágio. Que o professor titular não a está a ajudar... Pelo contrário, que a deixa numa pilha de nervos tão grande, que desatou a chorar em casa.

Rematou, dizendo que não consegue arranjar minhocas... E que já tem medo de fazer o caça-insetos! Que acha que já não sabe nada... Que se sente frustrada, que andou cinco anos na ESE a aprender coisas que o professor titular não gosta, não aceita, que diz que não resultam. (NC).

No segundo momento reservado para o trabalho de grupo sobre os animais, a Leonor pretendia que os/as alunos/as construíssem a cartolina anteriormente planificada. Antes da distribuição do material, a cada grupo, a Leonor fez vários apelos para que os/as alunos/as aumentassem o tamanho da letra de forma a garantir a sua legibilidade, tal como o professor cooperante tinha solicitado:

Leonor - (...) Na cartolina não posso escrever da mesma forma do que no caderno; a letra é maior para ser visível. Olhem para os cartazes que estão na parede. Eu na outra aula disse como organizar, mas não podem escrever pequeno (e faz a analogia com o quadro da sala).

Aluno/a - Mas na cartolina vamos escrever o título?

Leonor - Sim, escrever por exemplo, os sapos, mas para se ver ao longe. E escreve com letra grande, Sapos. Quando começarem a colocar o resto da informação também não podem fazer letra pequena; e não se enganem, pois depois não há nada a fazer. (NC).

Após esta fase introdutória, os/as alunos/as começaram a trabalhar e a Leonor circulou várias vezes pelos grupos dando apoio em diferentes tarefas. Durante este período, a Leonor dirigiu-se ao grande grupo essencialmente para falar sobre aspetos de natureza comportamental:

Leonor - Senta-te, oh! meninos oiçam todos, se faz favor; posso falar com todos? (ninguém a ouve; vai ao placard do comportamento e começa a colocar sinais de menos; colocou o sinal de 3 menos em 3 alunos/as).

Leonor - Agora já posso falar? Não é para estarem a brincar. T. estás a ouvir?

Professor titular - Não, não está!

Leonor - Lembra-me lá; L.; L.; Calados.

[todos/as metem o dedo no ar; todos/as esperam]

Leonor - Vejam lá se custa muito manterem-se assim.

[Silêncio]

(...)

[A Leonor está no grupo das joaninhas e diz que vai colocar 5+ para elas as duas e o professor titular diz que são merecidos] (NC).

Quando a grande maioria dos grupos já tinha terminado a construção das cartolinas, a Leonor solicitou que treinassem a apresentação, tendo a mesma sido realizada noutro momento:

Leonor - Olha gente, ainda estamos em sala de aula e a estudar. Agora vamos pegar no trabalho e treinar para a apresentação. Já decidiram quem vai dizer o quê? Não, Então?!

[A Leonor vai ao grupo dos polvos e diz para treinarem a apresentação. O grupo dos peixes estão agora a recortar as coisas para fazer o modelo em 3D. A Leonor desloca-se para o grupo dos peixes]

Leonor - Quando se treina a apresentação não se escreve na cartolina quem vai dizer o quê! É só para nós. Ohh... L., o que é que eu disse! É só o que combinamos entre nós, ainda por cima a caneta! (NC).

Identificar os fatores do ambiente que condicionam a vida dos animais foi o principal objetivo da sessão seguinte. Para alcançá-lo, a Leonor planificou uma atividade com minhocas. No entanto, antes de iniciar essa atividade reservou algum tempo para uma revisão sobre a classificação dos animais. Durante esta revisão, a Leonor iniciava o diálogo colocando uma questão, muitas vezes dirigida, os/as alunos/as respondiam de forma breve e a avaliação apenas surgia de forma explícita quando a resposta não ia ao encontro do previsto:

Leonor - (...) Vamos lá conversar! Vamos fazer uma revisão do que fizemos ontem. Aprendemos que os animais se dividem em quantas classificações?

Aluno/a - Peixes.

Leonor - Mais?

Aluno/a - Mamíferos.

Leonor - Outra? M.

Aluno/a - Aves.

(...)

Leonor - Agora quero um exemplo de cada um, peixes.

(...)

Leonor - Pensa lá bem, onde se desenvolvem as crias? (NC).

A introdução do tópico “minhoca” foi feita de forma abstrata, através da resposta de um aluno ao pedido de adivinhação realizado pela Leonor: “agora imaginem o seguinte animal, é um animal que ajuda o agricultor, pois ajuda a fertilizar” (NC). A partir deste

momento a Leonor formulou diferentes questões para diagnosticar o conhecimento prévio dos/as alunos/as sobre as minhocas:

Leonor - Diz lá características.

Aluno/a - Tem o corpo mole.

Aluno/a - Muitas patas.

Leonor - Tens a certeza?

Aluno/a - Não.

Aluno/a - Rasteja.

Leonor - Mais, o que sabem mais?

Aluno/a - Tem o corpo comprido.

Leonor - Será que todas têm o corpo comprido?

Aluno/a - Algumas.

(...)

Leonor - E onde vivem?

Aluno/a - Na terra.

Leonor - Na parte de cima?

Aluno/a - Não.

Leonor - Na parte interior ao solo.

Aluno/a - Constroem casas debaixo da terra.

Leonor - Olhem... Nós temos o solo, é onde os homens andam, e depois temos a parte [onde anda a] minhoca (e faz um desenho no quadro). (NC).

Após indicar que as minhocas vivem no subsolo, referiu que esse comportamento estava intimamente relacionado com a sua sensibilidade à luz “pois as minhocas são sensíveis à luz... Temos que ter calma, são muito sensíveis” (NC).

Devido ao diminuto número de minhocas que a participante encontrou, a atividade não teve um cariz prático, tendo sido conduzida pela Leonor numa mesa ao fundo da sala. Apesar de ter trazido uma câmara de filmar e um *datashow*, para que os/as alunos/as pudessem visionar o comportamento das minhocas sem saírem dos seus lugares, a imagem projetada nem sempre apresentava a melhor qualidade o que originou algumas dificuldades no decurso da atividade.

Leonor - Vieram o caminho todo no banco do meu carro. Não vamos fazer grupos mas depois prometo fazer tudo, e vou projetar e não precisam de estar curiosas.

Aluno/a - Vai filmar?

Leonor - Não vai dar, depois prometo que passo por todos para verem. Têm que estar com muita atenção.

Aluno/a - Está a mexer.

Leonor - L. apagas a Luz?

Aluno/a - Assim não se vê nada.

Leonor - Liga lá as luzes, senão não consigo encontrar as minhocas. (NC).

Durante este período, a curiosidade e interesse dos/as alunos/as era muito evidente, manifestando-se através de diferentes comentários, como por exemplo, “podemos pegar [nas minhocas]?” (NC). Enquanto tentava encontrar as minhocas, a Leonor foi dando algumas indicações gerais sobre os animais, como por exemplo:

Aluno/a - Estão ali!

Leonor - Sim.

Aluno/a - Eu pensava que estavam na terra.

Leonor - Façam lá silêncio para ouvirem a minha explicação. Elas estiveram muito tempo na luz. O corpo da minhoca tem um muco, é muito viscoso e podem deslizar. Se eu as apertar podem-se magoar. Elas estão todas juntas. Vou tentar separá-las, estão a ver elas a mexerem-se? Têm duas extremidades diferentes, uma das pontas é a cara e a outras é por onde saem as fezes, estão a ver? (NC).

Antes de realizar qualquer tipo de alteração ao terrário, a Leonor forneceu aos alunos e às alunas as conclusões que, segundo a sua planificação, deviam ser eles/as a construírem com base nos dados recolhidos, respetivamente, que as minhocas preferem ambientes húmidos e escuros. Logo de seguida, a Leonor adicionou água ao terrário, no entanto, em nenhum momento esclareceu qual a questão que pretendia responder com esse procedimento. A mesma situação ocorreu no que se refere ao estudo da luminosidade.

Leonor - Aqui está outra comprida. Mais coisas sobre as minhocas; as minhocas preferem locais húmidos e metem uma parte do corpo que está por cima e puxam as folhas para se alimentarem. Normalmente só aparecem à noite; eu vou tentar colocar água no sítio onde estão... Ela está a tentar esconder-se debaixo da terra.

Aluno/a - Não eram quatro? Só estou a ver duas.

Leonor - Estão a ver a mexer? Conseguem ver ou não? Vou colocar água.

Aluno/a - Vai para dentro.

Leonor - Elas, quando estão num ambiente húmido (...). Agora vamos fazer o contrário, vamos acender a luz para ver o que acontece.

[as luzes são ligadas e as minhocas esconderam-se]

Aluno/a - É natural. (NC).

Neste momento os/as alunos/as começaram a levantar-se para verem de perto as minhocas. Perante este cenário, a Leonor optou por ser ela a deslocar-se a cada uma das mesas para que os/as alunos/as tivessem a oportunidade de ver o comportamento das minhocas. Durante este período foram proferidos vários comentários, por parte dos/as alunos/as, que evidenciavam o desejo de terem um contacto mais direto e

sensorial com as minhocas, como por exemplo: “podia ver mais tempo?”, “queria ver outra vez”, “queria pegar numa!” (NC). Perante estas solicitações a Leonor justificou-se mencionando “coitadinhas [das minhocas], não as vamos massacrar mais” (NC).

Apesar de a Leonor ter construído um guião, onde constavam os objetivos das atividades, bem como o procedimento a realizar (distinto do procedimento que foi implementado na sala de aula), este apenas foi entregue após a observação do comportamento das minhocas. Portanto, apesar de ter sido construído com o objetivo de orientar o trabalho, na prática, funcionou apenas para efetuar o registo das observações. Curiosamente, imediatamente antes da entrega do referido guião, a Leonor procedeu à avaliação do trabalho indicando que: “Vamos agora fazer o registo daquilo que conseguimos ver. Eu sei que o que vimos foi muito pouco, mas é normal” (NC).

O guião apresentava duas partes distintas. A primeira apresentava um texto genérico sobre minhocas e uma tabela com diferentes questões sobre “informações sobre as minhocas” (Figura 12). Após o preenchimento do nome e data foi feita a leitura e a resposta, em grande grupo, das questões presentes na referida tabela. Durante esta conversa, houve um momento em que a Leonor tentou fazer o confronto com uma ideia inicialmente expressa, no entanto, uma questão colocada por outro/a aluno/a impediu o seguimento desse raciocínio:

Leonor - O que eu vos peço é para dizerem como é que elas são.

Aluno/a - Compridas.

Aluno/a - Moles.

Aluno/a - São gelatinosas.

Leonor - Não é bem, têm um muco, são viscosas. Há bocado disseram que tinham patas...

Aluno/a - O que é o muco?

Leonor - Hum... Tipo cola. Os sapos também têm um tipo de muco, os peixes têm um género de substância nas escamas que se tocamos escorrega. Voltando às minhocas. (NC).

Na segunda parte do guião (Figura 13) constava o objetivo da atividade experimental e o respetivo procedimento. Apesar do procedimento ser coerente, tratando o efeito de uma variável de cada vez, não havia qualquer exploração sobre a natureza experimental da atividade no sentido de orientar os/as alunos/as sobre o que é necessário mudar, o que se deve observar e manter.

As minhocas são animais muito úteis na agricultura e na jardinagem, pois, como vivem no interior do solo e abrem túneis, arejam a terra e misturam os seus componentes, enriquecendo o solo e melhorando o crescimento das plantas. As minhocas são utilizadas na produção de adubos orgânicos em compositores.

1. Completa a tabela com informações sobre as minhocas.

Como são?	
Onde se costumam encontrar?	
Como se deslocam?	
Como se alimentam?	
Que utilidade têm?	

Figura 12. Guião orientador “Construção de um terrário” (1ª parte).

2. Vamos experimentar e descobrir características do local onde a minhoca está adaptada?

Regista o que observaste.

1.º Cobre o fundo de uma caixa com terra seca e coloca sobre a terra uma minhoca. Observa o que acontece.	2.º De seguida, deita água sobre metade da terra onde a minhoca está. Observa o que acontece.
3.º Deita água na terra que estava seca. Observa.	4.º Cobre uma parte da caixa, de forma a criar uma zona mais escura dentro da caixa. Observa o comportamento da minhoca.

Regista o que acontece....

...quando colocas a minhoca sobre a terra seca.	... quando deitas água sobre a terra seca.
... quando cobres uma parte da caixa, de forma a criar uma zona mais escura dentro da caixa.	

A que conclusões chegámos sobre as condições ambientais preferidas da minhoca?

Figura 13. Guião orientador “Construção de um terrário” (2ª parte).

O facto do procedimento presente no guião não corresponder ao realizado na sala de aula criou alguma entropia durante a discussão. Ao aperceber-se dessa situação, a Leonor optou por solicitar aos alunos e às alunas que desenhassem no geral o que tinha acontecido, não explorando, uma vez mais, a distinção entre a variável humidade e luminosidade. Para além disso, durante o diálogo, a Leonor não explorou os raciocínios que os/as alunos/as iam realizando.

Leonor - Qual a reação que tiveram quando ligámos as luzes?

Aluno/a - Esconderam-se.

Aluno/a - Ela foi lá para baixo.

Leonor - Porque elas preferem ambientes secos? Bem, essa parte eu não fiz, mas eu puxei lá para fora e o que aconteceu?

Aluno/a - Foi lá para dentro.

Leonor - Regista o que aconteceu no geral.

Aluno/a - Reage normalmente.

Leonor - Se está escuro...

Aluno/a - Elas estão bem.

(...)

Aluno/a - Como encontrou as minhocas, foi à noite?

Leonor - Não, foi nos vasos. (NC).

Enquanto os/as alunos/as terminavam o preenchimento do guião, a Leonor dirigiu-se ao fundo da sala para procurar as minhocas no terrário e, durante 10 minutos, circulou pelos diferentes grupos para as mostrar. Posteriormente, a Leonor foi buscar lupas de mão e averiguou o conhecimento dos/as alunos/as sobre o funcionamento desse instrumento:

Leonor - (...) Alguém sabe que instrumento é este?

Aluno/a - É uma lupa.

Leonor - Para que serve?

Aluno/a - Para observar coisas mais pequenas.

Leonor - E como utilizo?

Aluno/a - Coloca-se à frente do olho.

[a Leonor demonstra]

Aluno/a - Meter mais ou menos ao pé da caixa.

Leonor - Exato. Depois vou afastando, eu tenho que ver a que distância eu observo melhor. (NC).

Apesar de todos os/a alunos/a terem tido a oportunidade de observar as minhocas com a lupa de mão, inicialmente a Leonor indicou que: “Como recompensa os meninos que acabaram, (...) eu vou dar a lupa” (NC). Para além disso, durante a manipulação do instrumento, algumas crianças revelaram dificuldades. Importa ainda mencionar que, durante o período de observação, os/as alunos/as formularam algumas questões, como por exemplo: “Elas respiram? Elas têm olhos?” (NC). Todavia, nenhuma foi tida em consideração pela Leonor para o desenvolvimento da aula.

A sessão seguinte, dinamizada pela Leonor, foi dedicada ao estudo dos ímanes tendo sido realizadas duas atividades distintas: a primeira para analisar se dois ímanes se atraem ou repelam e a segunda para analisar que materiais são atraídos pelos ímanes. Para diagnosticar os conhecimentos prévios dos/as alunos/as sobre este tópico a Leonor, uma vez mais, optou por colocar questões em grande grupo. Nesta interação as questões colocadas foram de natureza mais aberta, possibilitando a partilha de experiência por parte dos/as alunos/as:

Leonor - Mas eu não sei bem o que são os ímanes. Para que servem G.?

Aluno/a - Quando nós queremos colar uma coisa no frigorífico.

Leonor - Por exemplo - não estou a ouvir ninguém! O que é que aconteceu? - é como se ficasse colado.

Aluno/a - Sim. Os mecânicos utilizam isso para os parafusos.

Leonor - Segundo a I. os mecânicos têm um íman e quando se aproximam do parafuso, eles são...

Aluno/a - Sugados.

Leonor - Boa.

Aluno/a - Na minha casa tenho dois ímanes e quando estou a tentar juntar parece que têm tipo...

Leonor - Mas juntam-se?

Aluno/a - Não, no sentido oposto...(NC).

Nalguns momentos as questões colocadas pela Leonor, como por exemplo, “porque será?” possibilitaram a verbalização de algumas explicações sobre os fenómenos magnéticos:

Leonor - Porque será?

Aluno/a - Porque ficaram agarrados ao ferro.

Aluno/a - Os ímanes agarram os metais e o ferro.

Leonor - Será?

Aluno/a - Como é que os ímanes ficam presos?

Leonor - Mas o S. disse que às vezes fazem força para se juntarem e outras vezes não.

Aluno/a - Eu tinha dois póneis e quando tento juntá-los um vai para um lado e o outro para outro.

Leonor - Eles nunca se juntam totalmente?

Aluno/a - Eu tenho bonecos, e a caixa tem muitos, e quando eu ponho os bonecos eles ficam fixos.

Leonor - Vamos ver o frigorífico que é a situação mais comum (e exemplifica com os ímanes).

Aluno/a - Vai muito depressa.

Leonor - Porquê R.? Diz lá G.

Aluno/a - O frigorífico parece que tem...

Aluno/a - Eletricidade.

Leonor - Será?

Aluno/a - É por causa da gravidade.

Leonor - Será?

Aluno/a - Eu acho que o íman tem qualquer coisa lá dentro. (NC).

A Leonor optou por terminar o levantamento das visões dos/as alunos/as quando um deles solicitou, de forma explícita, a sua intervenção: “professora, pode esclarecer as dúvidas?” (NC). Perante este comentário a Leonor deu início à fase exploratória, dando a conhecer qual o procedimento que os/as alunos/as teriam que executar e entregando o guião orientador da atividade (Figura 14). Nem no diálogo em grande grupo, nem no guião orientador, foi formulada uma questão de investigação que nortearse o trabalho a realizar:

Leonor - Claro que posso [esclarecer as dúvidas]. Vou distribuir uma ficha e esperam para lermos em conjunto. Cada um faz o seu, colocam o nome e a data. A ficha está dividida em dois grupos. Vamos fazer uma atividade experimental. Vamos ver se eles se atraem ou não

(e mostra os ímanes). Um íman tem dois polos que estão representados por duas cores diferentes, normalmente os ímanes são identificados pelo polo norte e pelo polo sul. A primeira coisa que vão fazer é juntar.

Aluno/a - Pode fazer?

Leonor - Não, vocês é que vão investigar. Depois a parte cinzenta com a vermelha. No ponto três vão ilustrar, vão desenhar o que é que acontece. Não se esqueçam de desenhar a cor vermelha. Na pergunta quatro escrevem as conclusões. Quando junto polos diferentes acontece e escrevem o que acontece; quando junto polos iguais... Há dúvidas?

Aluno/a - Eu não percebo porque é que está isto.

Leonor - Isso são os polos que constituem os ímanes, o íman está dividido na parte Norte e Sul.

[vai ao quadro e desenha as duas situações – em que dois polos iguais estão virados para o mesmo lado, e em que dois polos diferentes estão virados para o mesmo lado]

Leonor - Há dúvidas na tarefa?

Aluno/a - Não!

Leonor - Quem terminar a tarefa coloca o dedo no ar; vão fazer a pares mas é importante que os dois experimentem.

[a Leonor começa a distribuir os ímanes pelos grupos]

Leonor - Cuidado, abram devagar. Podem começar. (NC).

Material: 2 ímanes

Procedimento:

1. Aproxima as partes da mesma cor (o mesmo polo) de dois ímanes. Observa.



2. Aproxima as partes de cores diferentes (polos diferentes) de dois ímanes. Observa.



3. Ilustra o que observaste.

Quando aproximas as partes da mesma cor...	Quando aproximas as partes de cores diferentes...

4. Escreve as conclusões das tuas observações.

Figura 14. Guião orientador “Os ímanes” (1ª parte).

Durante a fase de observação e recolha de dados, a Leonor circulou pelos diferentes grupos tendo feito vários apelos e recomendações de natureza comportamental:

[a Leonor vai de grupo em grupo ajudar as crianças; a dada altura diz a uma das alunas para ir lá para o fundo da sala e diz em voz alta:]

Leonor - Eu se fosse a ti preocupava-me pois isto vai sair na prova.

Aluno - Sai na prova?

Leonor - Sim!

(...)

Leonor - Tu és o próximo a ir de castigo e não fazes a atividade.

Aluno - Já acabamos (um dos grupos).

Leonor - M., anda cá para o fundo.

Aluno - Mas porquê?

Leonor - Anda e fica aqui.

Apesar de nem todos os grupos terem terminado o preenchimento, a Leonor optou por intervir e estabelecer as conclusões em grande grupo. Durante este processo, aproveitou a intervenção dos/a alunos/a para introduzir vocabulário científico, substituindo o “pega” ou o “cola” por “atrai”.

Leonor - Vamos ver as conclusões. M.!

Aluno/a - Quando os ímanes [são] de cores diferentes eles pegam-se.

Leonor - Pegam-se como?

Aluno/a - Colam-se.

Leonor - Então em vez de pegarem-se, colam-se.

Aluno/a - Cores iguais não se colam.

Aluno/a - Quando atraí dois polos iguais não agarram e quando são dois polos diferentes agarram-se.

Aluno/a - Atraem-se.

Leonor - Ele usou uma palavra interessante, eles não se juntaram [polos iguais], ou seja, não se atraíram. Então quando eles se juntam quer dizer que eles se atraíram. Diz lá S.

Aluno/a - Quando juntamos eles atraem-se.

(...)

Leonor - Quando nós juntamos o vermelho com o cinzento eles atraem-se. Vamos então todos escrever a conclusão do S. por baixo.

[está a escrever no quadro a conclusão do S.]

Leonor - Porque é que ainda estou a ouvir os ímanes uns nos outros?

Aluno/a - Estamos ainda a ver. (NC).

Após este diálogo, em grande grupo, a Leonor não deu espaço para que os/as alunos/as que ainda não tinham escrito a conclusão a pudessem escrever por palavras suas: “Quem já escreveu as conclusões escreve esta por baixo, quem ainda não escreveu escreve isto” (NC).

Na atividade seguinte a Leonor começou por tecer algumas recomendações sobre o manuseamento do material a explorar: “na bolsa que eu vou dar não há borracha nem lápis. O pau de espetada, ninguém vai brincar com ele e vão ter cuidado com os pioneses... O que é que eu disse?” (NC). De seguida, procedeu à leitura do procedimento presente no guião, previamente entregue aos alunos e às alunas (Figura 15), questionando-os sobre o material de que era feito cada um dos materiais.

Material:

- 1 íman
- Objetos de diferentes materiais (clipes, pioneses, lápis, borracha, moedas de 10 cêntimos, pedaço de papel, papel de alumínio, pau de espetada)

Procedimento:

1. Coloca na tua mesa os diferentes objetos.
2. Aproxima o íman de cada um desses objetos.
3. Regista as tuas observações

Objeto	Tipo de material	Atrai	Não atrai
Clip			
Papel de alumínio			
Pau de espetada			
Pioneses			
Borracha			
Moeda de 10 cêntimos			
Moeda de 5 cêntimos			
Pedaço de papel			
Lápis			
Fio de eletricidade			

4. Regista as tuas conclusões de forma resumida.

Figura 15. Guião orientador “Os ímanes” (2ª parte).

Contudo, a identificação do material revelou-se uma tarefa complexa dado que, nalguns casos, os/as alunos/as desconheciam o objeto, o que levou a Leonor a adiar essa tarefa para o momento em grande grupo:

Leonor - [Lê o procedimento] Vão fazer um de cada vez. O primeiro objeto é o clip, o clip é feito de?

Aluno/a - De metal.

Aluno/a - Eu não sei o que é.

Aluno/a - É aquilo afiado.

Leonor - Não, isso são pioneses, é isto. Se não conseguirem preencher o tipo de material não há problema, depois fazemos isso em grande grupo. Eu quero que digam se atrai ou não, há dúvidas?

Aluno/a - Temos que ter cuidado com o fio de eletricidade?

Leonor - Não.

[a Leonor entrega as bolsas aos grupos]

Aluno/a - Professora, o papel de alumínio é isto?

Leonor - Sim. (NC).

Durante o período de exploração, a Leonor circulou pelos diferentes grupos auxiliando os/as alunos/as. Após pouco mais de dez minutos o professor cooperante interveio, precipitando o término da exploração: “Diz para arrumarem tudo sem fazerem barulho, que não quer ver ninguém a mexer. Depois a Leonor vai para a frente do quadro” (NC). Seguindo a indicação do professor cooperante, a Leonor iniciou a partilha de informações entre os diferentes grupos:

Leonor - Os ímanes estão arrumados? A professora [colega de estágio] vai passar por todos e recolher os ímanes. Larguem as coisas, vamos começar pelo primeiro objeto.

Aluno/a - Metal.

Leonor - Coloca o dedo no ar quem não atraiu.

[um grupo diz que não atraiu]

Aluno/a - Só se estiver desmagnetizado.

[A Leonor vai buscar o material e demonstra que é atraído]

Leonor - Vou-me sentar, explica lá, porque é que no caso delas não atraiu? Isto acontece devido a uma propriedade que é o magnetismo e como o S. disse já está velho, já não tem energia, está desmagnetizado. Se não, independentemente do lado que seja, conseguimos atrair.

Leonor - O papel de alumínio é feito de? É usado para?

Aluno/a - Para embrulhar comida.

Leonor - Deu a todos? Não atraiu.

Aluno/a - Sim.

Leonor - E os pioneses?

Aluno/a - Nós colocámos metal/ ferro.

Leonor - Também pode ser; e na borracha? Os pneus são feitos de borracha, são feitos de petróleo. (...) As moedas são quase todas feitas de cobre. A de 1 e 2 euros são feitas de níquel. E o papel, de onde vem?

Aluno/a - Das árvores. (NC).

Enquanto questionava os grupos sobre qual o comportamento dos restantes objetos a Leonor foi preenchendo a tabela no quadro (Figura 16).

Objeto	Tipo de material	Atrai	Não atrai
Clip	<i>Metal</i>	x	
Papel de alumínio	<i>Alumínio</i>		x
Pau de espetada	<i>Madeira</i>		x
Pioneses	<i>Metal</i>	x	
Borracha	<i>Borracha</i>		x
Moeda de 10 cêntimos	<i>Cobre</i>		x
Moeda de 5 cêntimos	<i>Cobre</i>	x	
Pedaço de papel	<i>Madeira</i>		x
Lápis	<i>Madeira/Grafite</i>		x
Fio de eletricidade	<i>Cobre</i>		x

Figura 16. Preenchimento da tabela presente no guião orientador “Os ímanes”.

Ao verificar que as moedas de 5 e de 10 cêntimos apresentavam comportamentos distintos, apesar de ter indicado que ambas eram constituídas por cobre, a Leonor ficou visivelmente preocupada e, rapidamente, passou para o último ponto da ficha – o registo das conclusões. Esta fase do trabalho foi muito dirigida, tendo solicitado aos alunos e às alunas que transcrevessem a conclusão que ela própria escreveu no quadro.

Leonor - Vamos tirar conclusões? Os objetos de metal atrai ou não atrai?

Aluno/a - Sim.

Leonor - Então vamos escrever (e escreve no quadro).

Aluno/a - Posso escrever foram.

Leonor - Não, escreves aquilo que eu estou a escrever; e de cobre só a...

Aluno/a - Só alguns.

[escreve no quadro: os objetos que utilizámos de metal foram atraídos. Apenas alguns objetos de cobre foram atraídos. Os restantes não foram atraídos. Quando os objetos foram atraídos eles sofreram magnetismo!]

Leonor - Porquê C., porque sofreram magnetismo.

Aluno/a - O que é o magnetismo.

Leonor - Eu disse há pouco que o íman do S. estava desmagnetizado; já não tinha força suficiente para atrair.

[a Leonor recolhe as folhas] (NC).

Após a recolha das folhas, a Leonor passou imediatamente para uma nova atividade relacionada com a Língua Portuguesa. Numa conversa informal entre a Leonor e a investigadora foi possível explorar as dificuldades e os sentimentos da participante:

“Isto não correu muito bem! Eu não sabia muito bem como explicar a questão das moedas.” Perguntei-lhe porque tinha introduzido as moedas de 5 e 10 cêntimos ao que ela me respondeu que tinha sido uma sugestão do professor supervisor da ESE. Imediatamente perguntei-lhe se ela sabia qual o objetivo que estava inerente a essa sugestão. Referiu que não tinha percebido muito bem mas que introduziu à última hora mais umas linhas na tabela para contemplar o comentário. Mencionou ainda que não tinha encontrado muita informação sobre a constituição das moedas. Perante o cenário, disse-lhe que mesmo não sabendo de forma fidedigna a constituição das moedas de 5 e de 10 cêntimos, dado que exibem comportamentos magnéticos distintos nunca poderiam ser feitos da mesma coisa! Acrescentei ainda que há diferentes tipos de metal... Mas que no entanto a maior parte das crianças generalizam, e acreditam que todos os metais são atraídos pelo íman... E que provavelmente a sugestão do professor era no sentido de ter um metal que não fosse atraído! Ela acenou com a cabeça afirmativamente e queixou-se de falta de tempo e de recursos. Disse-me que para a sessão seguinte tinha encontrado os guiões da Formação em Ensino Experimental das Ciências, mas que sobre o magnetismo não tinha encontrado tanta coisa adaptada para o 1º ciclo. (NC).

A sessão seguinte foi dedicada ao estudo do comportamento da luz em diferentes objetos. Para esta sessão a Leonor baseou-se no guião que mencionou na conversa informal. Comparando o guião original, presente no caderno de registos do referido programa, e o guião entregue aos alunos e às alunas verifica-se que a Leonor procedeu a algumas adaptações (Figura 17), das quais se destaca a eliminação das previsões dos/as alunos/as, a introdução do item materiais e procedimento e a designação de uma etapa de organização de dados como conclusão do trabalho.

Guião original

Questão-Problema III:
○ Será que todos os materiais se deixam atravessar pela luz?

O que pensas?

Tens disponível um conjunto de objectos com a mesma forma, mas feitos de materiais diferentes;
 Segurando cada um dos materiais diante dos olhos tenta observar através deles, um dado objecto;
 Regista o que observas.

Os nossos registos

Material	Vejo o objecto		Não vejo o objecto
	Nítido	Pouco nítido	
Cartão			
Cartolina			
Papel			
Papel vegetal			
Acetato não colorido			
Acetato colorido			
Plástico A			
Plástico B			
Plástico C			
Plástico D			
Espelho			
Celofane colorido			
(...)			

Agrupa os objectos/materiais através dos quais tentaste observar e sistematiza as características comuns a todos os objectos/materiais pertencentes ao mesmo grupo, no seguinte quadro:

Materiais através dos quais ...

... foi possível ver o objecto de forma nítida	... não foi possível ver o objecto de forma nítida	... não foi possível ver o objecto
↓	↓	↓
Materiais transparentes ...	Materiais translúcidos ...	Materiais opacos ...
<input type="checkbox"/> não deixam passar a luz <input type="checkbox"/> deixam passar parcialmente a luz <input type="checkbox"/> deixam passar totalmente a luz	<input type="checkbox"/> não deixam passar a luz <input type="checkbox"/> deixam passar parcialmente a luz <input type="checkbox"/> deixam passar totalmente a luz	<input type="checkbox"/> não deixam passar a luz <input type="checkbox"/> deixam passar parcialmente a luz <input type="checkbox"/> deixam passar totalmente a luz

A pós a experimentação

Verificamos que...

Com o apoio do(a) professor(a), construímos a resposta à questão-problema ...

Guião construído pela Leonor

Será que todos os materiais se deixam atravessar pela luz?

Materiais: acrílico branco, acrílico preto, acrílico transparente, acrílico fosco, acetato transparente, acetato colorido, cartolina colorida, papel vegetal, folha A5 branca e papel celofane

Procedimentos:

1. Observa todos os materiais que te foram disponibilizados.
2. Segurando cada um dos materiais diante dos olhos, tenta observar um objeto através dele.

Registos:

Material	Vejo o objeto		Não vejo o objeto
	Nítido	Pouco nítido	
Acrílico branco			
Acrílico preto			
Acrílico transparente			
Acrílico fosco			
Acetato transparente			
Acetato colorido			
Cartolina colorida			
Papel vegetal			
Folha A5 branca			
Papel celofane			

Conclusões:

Materiais através dos quais...

... não foi possível ver o objeto	... foi possível ver o objeto de forma nítida	... não foi possível ver o objeto de forma nítida
↓	↓	↓
São materiais	São materiais	São materiais
porque... <input type="checkbox"/> não deixam passar a luz. <input type="checkbox"/> deixam passar parcialmente a luz. <input type="checkbox"/> deixam passar totalmente a luz.	porque... <input type="checkbox"/> não deixam passar a luz. <input type="checkbox"/> deixam passar parcialmente a luz. <input type="checkbox"/> deixam passar totalmente a luz.	porque... <input type="checkbox"/> não deixam passar a luz. <input type="checkbox"/> deixam passar parcialmente a luz. <input type="checkbox"/> deixam passar totalmente a luz.

Figura 17. Adaptações realizadas ao guião “Será que todos os materiais se deixam atravessar pela luz”.

Portanto, apesar do guião construído pela Leonor apresentar uma questão de investigação – “Será que todos os materiais se deixam atravessar pela luz?” – o mesmo não contemplava a resposta a esta questão. Na entrevista realizada após a prática de ensino supervisionada, a Leonor deu a conhecer as razões que tinham estado na base das referidas adaptações:

Foi o supervisor que sugeriu. A primeira versão da ficha que lhe enviei estava muito grande e já passava para outra folha e ele disse que as crianças não se orientavam dessa maneira, que era mais fácil se fosse só uma folha, frente e verso, pois eles são muito pequenos. Pediu para fazer o *brainstorming* sobre as previsões e para retirar as conclusões oralmente e deixar apenas no guião o quadro para eles registarem o que estavam a observar. (Ep).

Procurando evidências de um ensino por investigação

O envolvimento dos/as alunos/as em questões com uma orientação científica foi um aspeto bastante omissivo, quer na planificação, quer nas práticas da Leonor. Esta futura professora optou, na maioria dos casos, por introduzir a atividade indicando de forma implícita, ou explícita, o objetivo da mesma: “Vamos experimentar e descobrir características do local onde a minhoca está adaptada” (guião), “Vamos ver se eles se atraem ou não” (NC). Apenas na última atividade a questão de investigação estava expressa no guião entregue aos alunos e às alunas (“Será que todos os materiais se deixam atravessar pela luz?”). Quando questionada sobre os motivos que a levaram a tomar estas opções a Leonor indicou que:

Para mim, enquanto professora, é mais fácil ter o objetivo, para eu orientar a atividade, mas para a cabecinha deles [alunos/as] deve ser mais fácil se tiverem a questão. Mas nem pensei sobre isso. No último guião deixei a questão pois como o outro guião tinha e eu também acho uma boa ideia, deixei. (Ep).

O envolvimento dos/as alunos/as na priorização das evidências, um aspeto essencial num ensino por investigação, foi pouco evidente nas aulas observadas. Em nenhuma das atividades se verificou a colaboração dos/as alunos/as na definição dos dados a recolher, nem no planeamento da atividade com vista à obtenção dos mesmos.

No estudo das minhocas, os/as alunos/as não tiveram acesso a nenhum guião, antes ou durante a recolha de dados. Inicialmente, a descrição das minhocas foi feita pela Leonor, praticamente sem a colaboração dos/as alunos/as. Além disso, o estudo da influência da luminosidade e da humidade no comportamento destes animais, foi

iniciado pela Leonor sem ter discutido, previamente, o que deveria ser observado, transparecendo a ideia que os/as alunos/as saberiam o que “procurar” durante a observação. Também as perguntas colocadas pela Leonor, durante a observação, não permitiram explorar com detalhe quais as evidências a recolher. Esse aspeto é bastante notório, uma vez que a Leonor “aceitou” respostas muito ambíguas e subjetivas, como por exemplo “reage normalmente” ou “elas estão bem”. Outro aspeto relevante diz respeito ao envolvimento dos/as alunos/as no próprio fenómeno em estudo. Tal como referido anteriormente, a atividade foi conduzida em grande grupo e, só após o preenchimento do guião, foi promovido um contacto mais direto dos/as alunos/as com o animal em estudo.

O envolvimento dos/as alunos/as, na priorização das evidências, tornou-se mais visível nas atividades subsequentes. Nestas, o guião orientador, entregue antes da fase de exploração, explicitava a natureza dos dados que deviam ser recolhidos: se os ímanes se atraem, ou não, tendo em conta a posição dos polos; se os objetos eram ou não atraídos pelos ímanes; se era possível observar, de forma nítida ou não, os objetos através de diferentes materiais. Na opinião da Leonor, estas opções resultaram da necessidade que sentiu de controlar a turma, uma vez que estava a ser avaliada pelo cooperante:

Senti necessidade de orientá-los, senti necessidade de dizer, têm que fazer isto e isto, pois estava a ser observada e as coisas tinham que correr bem, tinham que sair direitinhas. Se quando fiz trabalho de grupo levei nas orelhas do cooperante por eles estarem a fazer barulho... (Ep).

Importa ainda mencionar que, em nenhuma situação, a Leonor solicitou às crianças que organizassem os dados recolhidos, um passo necessário para a identificação de padrões ou regularidades nos dados. Os guiões construídos pela Leonor constituem um bom exemplo da desvalorização desta etapa dado que o item “conclusões” estava imediatamente precedido pelo item “recolha de dados/registos”. Portanto, apesar dos/as alunos/as, em algumas situações, terem dado prioridade às evidências, este processo foi sempre orientado pela professora.

O desenvolvimento de explicações, assim como a avaliação das mesmas, foram aspetos pouco explorados nas aulas lecionadas pela Leonor, quer antes, quer após a recolha das evidências. Antes do início das atividades raramente foi solicitado às crianças que efetuassem a previsão de acontecimentos. Esta estratégia poderia ter desencadeado a formulação de explicações pois, ao anteciparem acontecimentos no tempo, os/as alunos/as têm que estabelecer relações de causa efeito e, em simultâneo,

desenvolvem e verbalizam raciocínios. Por exemplo, apesar de a Leonor ter reservado algum tempo para o levantamento das ideias prévias dos/as alunos/as sobre as minhocas, a natureza das questões colocadas, eminentemente dirigidas e com um baixo nível de complexidade, impediu a explicitação de raciocínios:

Leonor - Como podemos classificar a minhoca dentro desta classificação.

Aluno/a - Inseto.

Aluno/a - Herbívoro.

Aluno/a - É um molusco?

Leonor - Porquê?

Aluno/a - Porque não tem esqueleto.

Leonor - Então é vertebrado ou invertebrado?

Aluno/a - Invertebrado.

Leonor - Diz lá características.

Aluno/a - Tem o corpo mole...

Aluno/a - Muitas patas.

Leonor - Tens a certeza?

Aluno/a - Não. (NC).

Por outras palavras, o diálogo estabelecido não se desenvolveu para além do conhecimento factual. Em muitas situações, quando a resposta fornecida pelo/a aluno/a não ia ao encontro da resposta desejada, a Leonor reformulava a pergunta ou questionava o nível de segurança do/a aluno/a face à resposta dada. Foi, portanto, um diálogo essencialmente orientado pelas questões da Leonor, sendo o papel do/a aluno/a essencialmente o de respondente. Em algumas situações, a Leonor antecipou-se e procedeu à explicação dos fenómenos cuja atividade das minhocas pretendia dar resposta, não dando às crianças a possibilidade de serem elas próprias a construírem as explicações e, por essa razão, esta atividade apresentou uma natureza eminentemente demonstrativa/ilustrativa.

Relativamente ao levantamento de ideias sobre os ímanes, o cenário foi ligeiramente diferente. Algumas questões colocadas pela Leonor possibilitaram a verbalização de hipóteses explicativas sobre os fenómenos magnéticos. Esta opção permitiu verificar, por um lado, que o tipo de material constituía a razão mais invocada pelos/as alunos/as para justificarem a atração de determinados objetos pelo íman e, por outro lado, que algumas crianças apresentavam dificuldade em distinguir o conceito de metal do de ferro.

Após o diálogo inicial, a questão colocada por um/a aluno/a, “como é que os ímanes ficam presos?” (NC), evidenciou a necessidade de uma análise mais profunda acerca

das causas e mecanismos responsáveis pela atração de determinados corpos pelos ímanes. Contudo, em vez de a Leonor promover essa análise, acabou por dirigir o diálogo para uma situação menos referida, em particular, quando os ímanes se repelem mutuamente, o tópico que pretendia abordar numa das atividades sobre os ímanes.

Durante esta fase e, apesar de os/as alunos/as terem formulado hipóteses muito distintas sobre o comportamento dos ímanes (devido à eletricidade; devido à gravidade; existência de algo no interior do íman), a Leonor não promoveu o seu confronto. O diálogo estabeleceu-se essencialmente entre a professora e o/a aluno/a, o que impediu uma exploração mais detalhada da génese e das consequências das hipóteses levantadas. Como tal, embora o diagnóstico dos conhecimentos prévios tenha decorrido, o mesmo foi bastante orientado pela Leonor. De alguma forma transpareceu a ideia que a Leonor tinha uma sequência a trabalhar e, independentemente dos contributos dos/as alunos/as, manteve-se fiel a esse roteiro mental. Segundo a Leonor: “Estava tão focada naquilo que eu tinha para fazer que não peguei naquilo que eles diziam. É o fator medo, de eles fazerem perguntas... e depois de não cumprir as planificações” (Ep).

Após a recolha dos dados, também o envolvimento dos/as alunos/as na formulação de explicações foi limitado. Por exemplo, o trabalho de grupo sobre o comportamento dos ímanes, em função dos polos, foi terminado de forma abrupta após os registos, não tendo sido dado tempo para que os/as alunos/as os discutissem e tentassem dar sentido aos dados. O direcionamento, por parte da Leonor, foi bastante notório ao mencionar que “quem já escreveu as conclusões escreve esta por baixo, quem ainda não escreveu, escreve isto” (NC). Também no caso do estudo dos materiais que são atraídos pelos ímanes, os/as alunos/as não explicaram os dados recolhidos, nem a Leonor tentou que isso acontecesse. Pelo contrário, a conclusão foi redigida pela futura professora no quadro, praticamente sem intervenção dos/as alunos/as.

As conclusões estabelecidas pela Leonor, quer na primeira, quer na segunda atividade sobre os ímanes, não envolveram a procura de respostas sobre o “como” ou o “por quê” dos fenómenos observados. Não houve, por exemplo, qualquer referência a forças invisíveis, uma noção fundamental para que os/a alunos/a desenvolvam uma conceção cientificamente correta do magnetismo (Minogue, Madden, Bedward, Wiebe, & Carter, 2010). Apesar de, na última conclusão, a Leonor ter introduzido o conceito de magnetismo o mesmo não foi explorado. Portanto, a construção de explicações foi pouco visível, bem como as ligações entre as evidências obtidas e o conhecimento científico apropriado para o nível de desenvolvimento dos/as alunos/as. Segundo a

participante, esta fase das atividades nem sempre correu da melhor forma. As suas fragilidades em termos científicos e o receio de que as mesmas se tornassem visíveis para o grupo, foram as principais razões apontadas para justificar essa avaliação:

Algumas coisas não correram tão bem por falta de conhecimento, por falta de pesquisa e, por isso, nem sempre tive capacidade de antecipar as questões dos alunos, mas também por estar em estágio (...) Sim, se não fosse em estágio podia dizer, não sei, vamos pesquisar, mas em estágio ficava mal! O meu conhecimento ia ser posto em causa. (Ep).

Por fim, o envolvimento dos/as alunos/as na comunicação e a argumentação foi um aspeto pouco visível na prática pedagógica da Leonor. A abordagem comunicativa que adotou contribuiu, em grande medida, para este cenário. Em vários momentos, ao chegar à resposta que pretendia, por parte de um/a aluno/a, a Leonor prosseguiu para uma nova tarefa ou para a finalização da própria atividade que estava em curso, não havendo o encorajamento de ideias opostas.

O questionamento foi uma estratégia utilizada pela Leonor, principalmente para diagnosticar ideias prévias e realizar revisões das aulas anteriores. Em primeiro lugar, a estratégia utilizada foi sempre a mesma, nomeadamente através de diálogos em grande grupo. Em segundo lugar, as questões colocadas durante esse diálogo foram de exigência cognitiva baixa, impossibilitando o diagnóstico de modelos mentais. Também durante os momentos de revisão, a grande maioria das perguntas realizadas foram fechadas, visando respostas exatas e factuais ou então, a confirmação ou clarificação da informação previamente abordada pela professora. As perguntas elaboradas tinham como objetivo obter respostas previamente previstas incidindo quase, exclusivamente, na avaliação da apropriação de conceitos e nomenclaturas.

Grande parte do discurso decorreu numa lógica professora-aluno/a, havendo poucos momentos (exceto no trabalho de grupo e apresentação) em que a discussão ocorreu entre os/as alunos/as. Por isso, e apesar de a Leonor ter utilizado algumas estratégias, como o trabalho de grupo, e as atividades práticas, as suas práticas discursivas não permitiram a construção de uma comunidade dentro da sala de aula. Foi por isso um questionamento essencialmente de natureza diretiva, não promovendo o desenvolvimento de raciocínios divergentes. Mesmo nos momentos de diálogo professora-aluno/a, nem as questões, nem os comentários dos/as alunos/as foram tidos em consideração, o que provavelmente dificultou a evolução das ideias dos/as alunos/as e o desenvolvimento da argumentação. Portanto, em vez de aproveitar e dar continuidade ao pensamento dos/as alunos, o discurso não foi influenciado ou modelado pelos/as alunos/as.

As práticas discursivas desta participante foram, portanto, caracterizadas por: 1) um predomínio de interações iniciação-resposta-avaliação, associadas a questões de baixo nível cognitivo; 2) uma exploração superficial das ideias iniciais dos/as alunos/as; 3) uma baixa inter-animação durante a exploração das ideias dos/as alunos/as; 4) uma preocupação por aspetos de natureza comportamental. Como tal, o discurso da Leonor foi, globalmente não dialógico interativo (Mortimer & Scott, 2000; Scott et al., 2006).

Em suma, a prática de ensino supervisionada da Leonor não incorporou todos os aspetos de um ensino por investigação. Mesmo nas atividades onde um maior número de aspetos essenciais de um ensino por investigação foram visíveis, o papel dos/as alunos/as foi muito passivo. Em grande medida, o facto de algumas atividades práticas, onde os/as alunos/as tiveram a possibilidade de manipular e observar objetos e fenómenos, não terem sido acompanhadas de momentos de questionamento, discussão e reflexão, contribuiu para diminuir o potencial investigativo das mesmas.

Procurando evidências de um ensino da natureza da ciência

Ao longo das aulas observadas, não foram encontradas evidências de uma abordagem explícita/reflexiva sobre a NC. Inclusivamente, não foram formulados objetivos de aprendizagem que contemplassem este domínio. Não obstante a Leonor ter realizado algumas atividades práticas, as mesmas não serviram de contexto para abordar aspetos sobre a NC. A invisibilidade de um ensino sobre a NC foi reconhecida pela Leonor: “Não trabalhei... Não sei, nem pensei nisso, estava muito focada nas atividades, eu queria é que eles [alunos/as] fizessem as atividades. E também acabaram por não investigar muito, fui eu que os orientei para a resposta” (Ep).

É de salientar que a abordagem comunicativa que caracterizou a intervenção da Leonor também não permitiu que as suas práticas refletissem as normas inerentes à produção do conhecimento científico. Ao invés de fomentar a construção de argumentos e a procura de critérios para validar as explicações, a autoridade foi um dos principais critérios que utilizou para validar as conclusões formuladas. Perguntas como “As evidências suportam as explicações propostas? A explicação responde adequadamente às questões? Será que existem outras explicações razoáveis para estas evidências?” nunca foram audíveis nas aulas observadas.

A Carla

A profissão docente

Segundo a Carla, a sua escolha profissional resultou, em larga medida, de motivações intrínsecas associadas ao valor social que conferia à profissão docente, em particular, o gosto por ensinar e trabalhar com crianças, influenciando o seu futuro:

(...) eu sempre gostei (...) desde pequenina que dizia que queria ser professora de matemática, hum... e depois sempre lidei muito com crianças e sempre gostei muito de crianças, tenho muita paciência, e gosto de ensinar e gosto de conseguir fazer alguma coisa pelas crianças e acho que foi isso que me levou a escolher esta área. (Ei).

Para esta participante, a Licenciatura em Educação Básica e, posteriormente, o Mestrado em ensino do 1º e 2º CEB, deram-lhe a conhecer um lado da profissão docente que desconhecia, nomeadamente, todo o trabalho de planeamento que está a montante do processo de ensino-aprendizagem: “o ter que preparar tudo, ter que planear as coisas todas, definir objetivos, conhecer a turma, não tinha ideia que era preciso fazer tanto trabalho prévio” (Ei).

Para a Carla, as funções inerentes à docência, apesar de relevantes para a sociedade e gratificantes em termos pessoais, revestiam-se de uma enorme complexidade, principalmente no 1º CEB dado ser necessário “dar resposta a todos os alunos e a todas as disciplinas do conhecimento” (Ei). Entre as tarefas associadas à profissão docente, a componente avaliativa era aquela com que menos se identificava pois “estar a classificar determinada pessoa... o que uma pessoa consegue fazer numa área ou não consegue fazer tão bem noutra, e conseguir diferenciar e (...) descobrir quais são as potencialidades de determinado aluno... não é fácil” (Ei).

Para além disso, associava a um/a professor/a competente a capacidade de “dar resposta a todos os alunos (...) contribuir para a autonomia dos alunos (...) prepará-los para a vida futura” (Ei). Invocou ainda a capacidade de estimular o interesse dos/as estudantes e de estabelecer uma estreita relação com a família dos/as educandos/as. Reconheceu também que, muitas vezes, estas qualidades profissionais colidem com o domínio mais pessoal. Segundo as suas palavras, “um professor quase não tem vida” (Ei).

A Carla demonstrou algumas dificuldades em caracterizar-se enquanto professora, em grande medida, fruto da diminuta experiência que possuía e da forte convicção de que ainda necessitava de realizar muitas aprendizagens. Contudo, ao efetuar uma avaliação do seu percurso ao longo das práticas de ensino supervisionadas, realçou a gestão da turma como uma das tarefas onde o seu desempenho apresentava melhorias:

eu até acho que me consigo fazer entender e que até consigo desempenhar mais ou menos o meu papel, se calhar para mim a parte da avaliação é mesmo a mais complicada, estar em frente a uma turma já foi mais difícil do que é hoje em dia (...). Conseguir chamar a atenção de todos os alunos, conseguir agarrar o grupo, também já foi mais difícil do que é hoje em dia, se bem que tenho muita coisa para trabalhar e melhorar nesse aspeto. (Ei).

A persistência, a paciência e o facto de se considerar uma pessoa humana, foram as qualidades que a Carla identificou como mais importantes enquanto futura professora. Por fim, ainda que não descartasse outras hipóteses, lecionar continuava a ser a principal atividade que pretendia vir a desenvolver no futuro, quer a curto quer a médio prazo.

Conceções iniciais

Conceções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Segundo a Carla, uma aula baseada no método transmissivo era uma abordagem inadequada no ensino das ciências. Estas considerações resultavam, em parte, da ideia que a Carla construiu que os/as alunos/as aprendem melhor ciência através da observação:

pois estou a ver e estou a perceber melhor o que é que se vai passar; porque é que as coisas acontecem daquela forma, por exemplo. Se calhar para eu perceber a constituição de um coração, se eu vir um coração aberto e conseguir ver as várias veias e artérias, se calhar é mais fácil para eu perceber. (Ei).

Na sua opinião, as atividades práticas permitiam ajudar os/as alunos/as a “perceber melhor o mundo que os rodeia ... questões como o pôr-do-sol ou o nascer do sol, para eles perceberem porque é que as coisas acontecem de tal forma” (Ei). Por essa razão, a Carla referiu que uma boa aula de ciências devia apresentar uma componente teórica e outra prática. Mencionou ainda que a ligação entre estas duas componentes “não

devia ser tão separada como é hoje em dia” (Ei). Importa ainda realçar que, para esta futura professora, as atividades práticas deviam surgir posteriormente às explicações do/a professor/a, conferindo-lhes um papel essencialmente ilustrativo:

o professor no início tem de realizar uma explicação do que se vai passar..., depois decidir o que é que se pode ou não fazer sobre determinada temática, sobre determinado problema (...) e depois se calhar passar para uma parte prática sobre aquilo que já foi falado, sobre aquilo que já foi trabalhado (...) pois através da prática nós conseguimos assimilar melhor a... teoria. (Ei).

Apesar desta valorização da componente prática, de carácter ilustrativo, apenas em dois incidentes críticos a Carla optou por envolver ativamente os/as alunos/as na recolha de dados. Nas restantes propostas didáticas a exposição oral, por parte da professora, foi a estratégia predominante, bem visível através do recurso a expressões como “eu dizia aos alunos” ou “eu explicava aos alunos”.

Pode não ter tido alimento, pode não ter tido água suficiente, a água pode não ter sido mudada atempadamente, o oxigénio no aquário não estava bem nivelado (...). Se calhar dizia que ou tinha faltado alimento, ou que o oxigénio não estava bom. (IC3i).

Explicava que Plutão já tinha sido considerado um planeta, e que entretanto deixou de ser considerado um planeta. (IC6i).

Neste âmbito, e segundo a Carla, nas práticas de ensino supervisionadas realizadas, quer na licenciatura, quer no primeiro ano do mestrado, a componente prática tinha sido quase inexistente: “nunca fiz trabalho experimental, nunca fiz, quer dizer, pesquisa de informação já pus os meninos a fazer, mas [atividades de] observação em concreto... de contato direto com as coisas nunca fiz” (S2).

Durante a entrevista inicial, a Carla frisou ainda a importância da componente social no processo de ensino e aprendizagem indicando quer o trabalho de grupo, quer as discussões em grande grupo, como estratégias fundamentais para promover a troca de ideias e opiniões entre os/as alunos/as: “a troca de ideias, mesmo a nível social é bom... é mais fácil se se ajudarem uns aos outros, é mais fácil de eles perceberem” (Ei). Contudo, estes aspetos não foram visíveis nas propostas didáticas construídas pela participante a partir dos incidentes críticos.

Relativamente às competências a valorizar nas aulas de ciências, a Carla considerou que para além dos conhecimentos substantivos, estas aulas deviam, acima de tudo, desenvolver nas crianças a curiosidade, o interesse e a capacidade de questionarem o

mundo que as rodeia. Mencionou também competências sociais, em virtude da valorização que conferia ao trabalho de grupo: “serem capazes de trabalharem em grupo, serem capazes de organizar um trabalho conjunto e serem capazes de chegar ao fim em grupo; conseguirem chegar a uma conclusão em grupo, acho que isso é importante.” (Ei).

Apesar das competências ao nível dos conhecimentos sobre a NC, terem sido omissas, a Carla trabalhou nos incidentes críticos, ainda que de forma superficial, alguns aspetos da NC, nomeadamente, o carácter tentativo e empírico do conhecimento científico:

Se calhar explicava que Deus é uma ideia que, que se Deus existe, ou não, é uma ideia que cada pessoa tem, que não é algo em concreto, que não há nada que diga que... Deus existe... Pela investigação nunca iríamos chegar a uma conclusão. (IC1i).

Há uma evolução da ciência e as formas de investigação são diferentes do que eram há 50 ou 100 anos atrás. (IC6i).

Quando questionada sobre quais os motivos que justificam a aprendizagem das ciências, desde os primeiros anos de escolaridade, a resposta da Carla contemplou questões de natureza cognitiva, em particular, conhecer e compreender a natureza: “Levá-los a conhecer um mundo melhor e a perceberem o porquê das coisas, mais, para perceberem o seu passado, a evolução das coisas (...), acho que é muito para eles conhecerem” (Ei).

Conceções sobre a ciência

As respostas dadas ao questionário sugerem que a Carla reconhecia o carácter ensaístico do conhecimento científico e que este se devia, em grande medida, ao aparecimento de “meios/materiais que permitiam ao Homem ter um outro olhar sobre determinada teoria e chegar a outras conclusões” (Q1), ou seja, devido essencialmente aos avanços da tecnologia. Contudo, a Carla não contemplava a possibilidade do conhecimento científico mudar em virtude de, perante os mesmos dados, surgirem novas formas de pensar, o que denota um entendimento superficial desta dimensão da NC.

Quando questionada sobre a coexistência de diferentes hipóteses explicativas para o desaparecimento dos dinossáurios, a Carla revelou alguma perplexidade. No

questionário chega mesmo a escrever: “Eu aceito estas teorias, no entanto não consigo explicar como é que os cientistas chegaram a esta conclusão” (Q1).

Inicialmente, para a Carla, a teoria era definida como “algo que um cientista formula a partir das conclusões que tirou da sua investigação, no entanto, ainda não é totalmente aceite pela sociedade” (Q1), enquanto uma lei era “algo que foi proposto, comprovado e aceite e a partir dessa lei parte-se para outras hipóteses/teorias” (Q1). Por outras palavras, para esta participante o grau de certeza era o principal aspeto que diferenciava, de forma mais fidedigna, as teorias das leis, o que ilustra uma visão ingénua relativamente a este aspeto da NC.

A criatividade ou a imaginação eram, inicialmente, reconhecidas pela Carla como características relevantes no desenvolvimento das investigações científicas. Contudo, acreditava que estas características eram mais importantes nas fases que antecedem a recolha de dados, o que revela uma visão parcialmente informada desta dimensão da NC:

os cientistas utilizam a criatividade ou a imaginação e é a partir daí que surgem os problemas/questões que depois vão ser respondidas ou não através das experiências. (...) Assim as suas ideias (imaginação) vão surgir também na planificação de uma investigação para depois observarem se [essas ideias] são ou não realistas. (Q1).

Esta participante acreditava igualmente que o contexto social, cultural e político influenciavam o desenvolvimento do conhecimento científico. No entanto, ao valorizar essa influência na seleção das temáticas a investigar, omitindo a sua importância na forma como essa investigação é implementada, o seu discurso revelou uma visão parcialmente informada sobre a importância dos valores culturais e sociais no desenvolvimento do conhecimento científico:

A meu ver a ciência reflete valores culturais e sociais, cada cientista investiga aquilo que o fascina mais, que lhe suscita maior interesse, ou seja, [relaciona-se] com a personalidade/caraterísticas de cada cientista. É através dos valores culturais/sociais dos cientistas que surgem as objeções e a competitividade da ciência. Se um cientista não acredita que a Terra é redonda então irá fazer os possíveis para provar que a Terra não é redonda. (Q1).

A natureza empírica do conhecimento científico era reconhecida pela Carla. Segundo esta participante era exatamente essa característica que permitia diferenciar a ciência da religião. Esta ideia esteve igualmente patente nas explicações dadas pela Carla para justificar possíveis mudanças nas teorias: “no meu ponto de vista, uma teoria científica

pode ser mudada a partir do momento em que há exemplos e provas que justifiquem e suportem essa mudança” (Q1). Apesar deste reconhecimento, o entendimento da Carla relativamente ao carácter empírico da NC era limitado, uma vez que o desenvolvimento do conhecimento científico se focava apenas em evidências diretas obtidas através de experiências.

Relativamente às metodologias de investigação, o discurso da Carla revelou visões ingénuas no âmbito da validade das disciplinas baseadas na observação, no objetivo e estrutura geral das experiências e no pluralismo metodológico associado às ciências. Por exemplo, para esta participante o objetivo inerente a uma experiência científica era perspectivado de forma bastante ampla, nomeadamente “dar resposta de uma forma concreta a um determinado problema que surja” (Q1), como por exemplo, “descobrir o efeito que a luz ou a água tem no desenvolvimento de uma planta” (Q1). Demonstrou, igualmente, dificuldades em descrever a estrutura das experiências. Para além disso, para esta futura professora, os métodos experimentais eram os únicos métodos válidos no desenvolvimento das investigações científicas:

No meu ponto de vista, experimentação é fulcral para o desenvolvimento do conhecimento científico. Para chegar a conclusões e respostas concretas é necessário experimentar várias situações e conseguir observar o que sucede em cada uma delas, comprovando se serve ou dá resposta para o problema, e adaptá-las de acordo com os resultados obtidos. (Q1).

Quando questionada sobre o trabalho de um/a cientista, a Carla revelou uma visão muito abrangente dessa atividade, mencionado que: “o trabalho de um cientista baseia-se na investigação sobre um determinado tema/problema/questão (...) com o objetivo de chegar a uma conclusão sobre esse tema/problema/questão” (Q1). As visões estereotipadas dos/as cientistas não eram perfilhadas pela Carla, tendo explicitado que não considerava os/as cientistas “tresloucados” mas sim pessoas comuns. No entanto, associava alguns símbolos à atividade dos/as cientistas, em particular a bata: “é uma ideia que nós temos sempre dos cientistas, quando estão no laboratório têm de estar de bata, máscara” (S_A).

O programa Ciência ao Vivo

Motivações para o envolvimento no programa

O forte interesse que a Carla possuía pela área das ciências foi a principal razão que esteve na base do seu envolvimento no programa Ciência ao Vivo. Segundo as suas palavras: “porque gosto, porque me interessa pelas ciências, e sempre tive aquele bichinho... porque sempre gostei muito da área das ciências e da parte experimental e... achei que poderia ser interessante” (Ei). Para além desta atitude positiva relativamente à ciência, as relações que o programa poderia vir a promover, nomeadamente com as colegas e a investigadora, foram também um aspeto invocado para justificar a sua participação.

No entanto, a Carla revelou várias dificuldades em descrever expectativas relativamente à colaboração no programa, dizendo que não sabia o que a esperava. Após alguns apelos por parte da investigadora voltou a frisar que, em virtude do seu interesse pela área das ciências, considerava que a sua participação iria ser interessante.

O contexto real de ciência

Uma vez que a investigação, na área da malária, recorria à utilização de modelos biológicos, a primeira etapa do estágio correspondeu à imersão das participantes no biotério. Este local constituiu uma novidade para esta participante, uma vez que desconhecia as suas finalidades e funcionamento. A sua primeira impressão foi assim descrita: “foi um pouco estranha, pois nunca havia visto ratos tão perto” (DB). Contudo, relatou que “com o decorrer da manhã fui-me habituando até conseguir mesmo pegar neles” (DB). Ao longo deste período, a técnica e o técnico responsáveis pelo biotério, explicitaram diferentes aspetos relacionados com os murganhos como, por exemplo, “como eram divididos os ratos (...) como era o seu desenvolvimento e acasalamento, e ainda como se distingue os machos das fêmeas” (DB) e criaram um ambiente agradável e gerador de bem-estar. Para a Carla, a grande maioria dos procedimentos que observou e executou eram-lhe desconhecidos:

Todos estes aspetos eram novidade para mim (...). Também observámos o abatimento de ratos velhos, outra novidade para mim (...). Um aspeto com o qual eu fiquei espantada foi o

período entre os vários partos de um rato (fêmea), que é de mês a mês, e o desenvolvimento das próprias crias também é rapidíssimo (...). Nunca tinha pensado sobre o assunto. (DB).

Por isso mesmo, a Carla perspetivou as atividades realizadas como pertinentes, apesar de não se identificar com o trabalho, em particular com a manipulação de animais:

Este dia, apesar de não me cativar excessivamente devido ao tipo de animal, foi bastante interessante uma vez que tive a oportunidade de ficar a compreender melhor o biotério, e o desenvolvimento dos ratos (...). Este dia, apesar de monótono foi interessante (...) apesar de este animal não me chamar muito a atenção, foi interessante conhecer um pouco mais dos mesmos. (DB).

Para a Carla, o dia mais interessante e gratificante correspondeu ao seu envolvimento em tarefas diretamente associadas à atividade investigativa. Numa fase prévia, a Diana, a investigadora principal, procedeu a uma breve explicitação dos objetivos inerentes à investigação, tendo a Carla relatado que o estudo visava “descobrir o efeito de dois fármacos no desenvolvimento de um tipo de parasita da malária” (DB). No entanto, inicialmente a Carla não encarou a utilização dos murganhos como uma fase prévia de análise e validação de fármacos, com vista ao combate da doença em humanos, mas sim como a última etapa necessária para a eliminação da doença nos roedores, evidenciando por isso desconhecimento sobre os destinatários dos fármacos em estudo:

Carla - Aquele tipo de parasita é só nos animais, não chega a nós.

Investigadora - E tu achas que esse fármaco depois vai ser usado só nos roedores?

(...)

Carla - Se calhar há diferentes tipos de parasitas, já não me lembro se há cinco.

Helena - Eu acho que (...) estão a usar nos ratinhos, se aquilo resultar vamos tentar [noutros animais].

(...)

João - Para os humanos até!

(...)

Carla - Mas o parasita não é igual.

(...)

Helena - De certeza que é esse o objetivo.

Carla - Mas aquele não.

Investigadora - Não, aquele não, mas como são semelhantes... (S3).

Após a contextualização inicial realizada pela Diana, praticamente todas as entradas e comentários no diário de bordo da Carla descreveram o apoio prestado pela equipa em

termos processuais. Este apoio consubstanciou-se através da explicitação e exemplificação de diferentes técnicas:

Explicaram-nos o processo, fizemos esfregaços de ratinhos, e começámos por observar microscopicamente se os ratinhos estavam ou não infetados com a malária, uma vez que lhes havia sido inoculado um composto que os contaminaria (...), ensinaram-nos a identificar o parasita e as hemácias, e no que respeita ao parasita, distinguir as suas fases de desenvolvimento. (DB).

Em várias situações, a Carla manifestou emoções e sentimentos positivos em virtude do seu envolvimento na realização de diferentes procedimentos. Uma vez mais o fator novidade foi amplamente valorizado pela participante:

Esta observação foi muito interessante pois desta forma conseguimos perceber melhor o desenvolvimento do parasita e compreender melhor a investigação em si (...). Numa outra parte da manhã tivemos a oportunidade de aprender o procedimento que se denomina de esfregaço de sangue. Este era um procedimento do qual eu não tinha conhecimento e gostei muito de aprender a realizá-lo (...). Todos estes passos e processos eram uma completa novidade para mim, e fascinou-me por isso mesmo, poder observar tudo isto e compreender o trabalho que é realizado no instituto (...). Esta foi uma observação muito interessante e curiosa, não tinha a noção do tamanho do estômago de um mosquito nem como é (...) foi uma observação bastante curiosa, observámos o estômago de vários mosquitos. (DB).

Para a Carla, esta fase do trabalho foi muito importante dado que lhe “permitiu ter um outro olhar sobre o trabalho que é desenvolvido pelos investigadores” (DB). Aliás, ao longo do seu diário, foi refletindo sobre alguns aspetos que considerou surpreendentes e que entraram em conflito com as suas conceções iniciais. Por um lado, desenvolveu a “perceção de que o tempo em trabalho laboratorial é precioso, e assim os procedimentos experimentais são o mais simplificado possível (...) eu sempre julguei que [o procedimento científico] fosse o mais rígido e perfeccionista” (DB). Por outro lado, ficou extremamente admirada pelo facto de, em determinadas circunstâncias, as investigadoras não utilizarem certos adereços, como bata e luvas:

Um aspeto que me "marcou" foi o facto de no início da semana mexermos nos ratinhos sem luvas, fez-me alguma confusão, nunca me imaginei a fazê-lo e nunca pensei que o fizessem. No ensino secundário, sempre me disseram que num laboratório teríamos que estar sempre de luvas e bata, e penso que assim é que deveria ser, contudo as pessoas sabem no que estão a mexer e não havendo problema, acabam por se desleixar um pouco nesse aspeto. (DB).

Foram igualmente reportados alguns contratempos metodológicos que implicaram a repetição de algumas etapas: “Por exemplo, numa primeira tentativa conseguimos

observar apenas uma exflagelação (...) no dia a seguir voltámos a realizar o mesmo processo do esfregaço para posteriormente podermos observar novamente a exflagelação, no entanto, sem grande sucesso...” (DB). Foi com base nestes contratempos que a Carla teceu alguns comentários sobre o processo investigativo e sobre os/as investigadores/as, em particular a necessidade de serem pacientes e tolerantes para conseguirem ultrapassar eventuais desafios metodológicos:

Depois de conhecermos e percebermos as dificuldades e os contratempos que podem surgir numa investigação, tomámos consciência de que é necessária muita paciência e tolerância para se conseguir ser investigador e enfrentar os problemas que podem surgir aquando de uma investigação. (DB).

Os procedimentos que a Carla considerou mais interessantes prenderam-se com a alimentação dos mosquitos, nos murganhos infetados com o parasita, e aos quais tinham sido administradas diferentes quantidades de fármacos e, posteriormente, a dissecação e observação microscópica dos estômagos desses mosquitos.

Apesar dos dados terem sido sujeitos a uma análise estatística, houve lugar a uma interpretação de natureza mais qualitativa durante a imersão das participantes no contexto real de ciência. Num dos fármacos testados, a investigadora Maria discutiu a possibilidade de existirem diferentes explicações possíveis para os mesmos dados, tal como é evidente no seguinte excerto do diário de bordo da Carla:

Ao observarmos microscopicamente verificámos que os estômagos dos 1^{os} mosquitos (alimentados em ratinhos aos quais tinham sido administrados 15 ml de um fármaco) apresentavam uma quantidade superior de ovócitos relativamente aos 2^{os} (alimentados em ratinhos aos quais tinham sido administrados 30 ml do mesmo fármaco). E por outro lado, os estômagos dos 2^{os} mosquitos quase não tinham ovócitos (...) Esta observação foi curiosa, porque das duas uma, ou os mosquitos não se alimentaram ou o fármaco fez mesmo efeito. Segundo a investigadora, e pelos vestígios de sangue observados no copinho onde se encontravam esses mosquitos, os mosquitos que se deviam ter alimentado do ratinho que foi infetado com 30ml de fármaco não comeram o suficiente para o parasita se desenvolver dentro do mosquito, e como tal quase não foram observados ovócitos. (DB).

Fruto das aprendizagens realizadas, a Carla fez um balanço positivo da sua imersão no contexto real de ciência, evidente na seguinte entrada do seu diário de bordo: “foi uma mais-valia para a minha formação pessoal, e também despertaram o meu interesse e gosto pelas ciências experimentais” (DB). É relevante frisar que a Carla considerou, acima de tudo, relevância em termos pessoais. De alguma forma, o facto de ter evidenciado alguma dificuldade em estabelecer a ponte entre o trabalho desenvolvido

no laboratório e a sua futura prática profissional poderá justificar este cenário. Esta dificuldade foi relatada durante uma das várias conversas informais que ocorreram no contexto real de ciência: “Perguntei como é que as coisas estavam a correr e ela disse que estavam a correr bem, mas que não via muita ligação com a sua futura profissão” (NC).

O ambiente e as características dos diferentes elementos da equipa de investigação foram aspetos que surpreenderam positivamente a Carla uma vez que, segundo disse: “são pessoas normais, tinham uma boa relação connosco... eu tinha a ideia de que ia atrapalhar, mas não senti isso, estavam sempre super disponíveis” (Ef). Referiu ainda que por vezes, a Maria “a explicar as coisas esquecia-se que nós não tínhamos tantos conhecimentos como elas” (Ef). No entanto, o facto de se sentirem à vontade fez com que colocassem várias questões minimizando esse problema. A Carla indicou ainda que o seu conforto no laboratório foi crescendo com o tempo:

aquela parte para identificar os ratinhos (...) e agora, como é que isto se faz? Ao fazer os esfregaços também tínhamos medo que alguma coisa corresse mal, ou que não conseguíssemos fazer da forma como elas queriam ... depois já estava mais à vontade para fazer perguntas e tudo o mais... pois à medida que vamos conhecendo as pessoas, torna-se diferente. Eu acho que é assim em qualquer situação. (Ef).

Curiosamente, ao descrever o ambiente como muito inclusivo, dado que na sua opinião quer a Diana quer a Maria possibilitaram um acesso quase total ao seu dia-a-dia, a Carla fez alusão a algum desagrado relativamente a determinadas tarefas que as mesmas realizavam, chegando mesmo a mencionar que eram fastidiosas:

Carla - Acho que eram disponíveis, acho eu, elas discutiam e mostraram muitas coisas (...) deixaram-nos ver tudo e mais alguma coisa, dentro do espaço em que elas trabalham, conseguimos ver tudo, portanto com a Diana e com a Maria conseguimos ver tudo, percebemos que o dia-a-dia delas é uma seca, mas pronto.

Investigadora - O que é que queres dizer com isso, que era uma seca?

Carla - ahh, porque há sempre pressa, porque têm que estar a repetir imensas vezes a mesma coisa, estar a contar muitas vezes, por exemplo, a questão de ver ao microscópio, passam ali muitas horas em cima daquilo e se calhar acaba por ser um bocado secante, não sei se eu era capaz de fazer isso, mas pronto, se elas gostam, se é o trabalho delas...

Investigadora - Tu achaste que elas achavam isso?

Carla - Não, não, isso não, isso não, elas gostavam. (Ef).

O envolvimento epistémico foi, segundo a Carla, diminuto. Por exemplo, apesar da contextualização inicial da Diana, a participante desconhecia as motivações e as decisões, quer teóricas, quer metodológicas prévias à realização da atividade

investigativa. Acreditava que essa fase inicial teria acontecido pois “para elas terem começado a fazer aquilo tiveram que construir o seu próprio conhecimento” (Ef), mas que “nós não assistimos a essa parte, acho que ... quando nós lá chegámos elas já sabiam exatamente o que é que tinham que fazer, e como é que iam fazer” (Ef). Essa visão linear e aproblemática da investigação foi igualmente perceptível durante um dos seminários:

Carla - No nosso caso era aquilo, aquilo e pronto! Agora vamos fazer isto e depois vamos fazer isto e isto!

Investigadora - Como assim, expliquem-me lá.

Helena - A vossa [investigação] era mais procedimental.

Carla - Pois!

(...)

Carla - Já sabiam como injetar e pronto.

(...)

Carla - Mas se calhar elas tiveram que ter uma parte investigativa antes, não sei. (S5).

No entanto, houve várias evidências de uma colaboração mais ativa em termos metodológicos, havendo registos do seu envolvimento na realização de diferentes técnicas, na manipulação dos animais e na recolha de dados:

Assistimos ao dia-a-dia do biotério, o que se passa no biotério, os cuidados que eles têm que ter com os ratinhos, a alimentação dos ratinhos, a reprodução, a limpeza das camas dos ratinhos, à limpeza do material todo (...) vimos as culturas, os insetos, (...) aprendemos a fazer o esfregaço, (...) tirámos sangue aos ratinhos, (...) assistimos à inoculação dos fármacos, observámos mosquitos ao microscópio e como é que se diseca o estômago dos mosquitos, (...) vimos os parasitas da malária, e isto tudo era para testar o fármaco na prevenção da malária. (Ef).

Por fim, a Carla considerou ter sido uma *outsider* na investigação. Em parte, essa avaliação resultou da sua perspetiva de que, para ser uma participante ativa, seria necessário ter colaborado na fase inicial de planificação da atividade investigativa:

Elas já iam fazer aquilo. Independentemente de nós lá estarmos elas já iam fazer aquilo, e nós se calhar ajudámos com os ratinhos, a identificar os ratinhos, aliás, fizemos alguns esfregaços, mas tirando isso, estivemos a observar, o que elas tinham que observar e que acabaram por nos explicar (...) mas acho que em termos de ter um papel mesmo ativo, acho que não tivemos. (Ef).

Os seminários

A Carla, ao longo dos seminários, assumiu habitualmente um papel pouco ativo, realizando poucas intervenções de natureza espontânea. Por exemplo, no segundo seminário, e após a leitura inicial das respostas dadas ao Q1 e um pedido explícito para as comentarem, a Carla solicitou uma intervenção mais clara por parte da investigadora. Para ela, nesta fase inicial, mais do que discutir, seria relevante a investigadora utilizar a sua autoridade para informar as participantes sobre a resposta correta:

Carla - Está tudo mal.

Investigadora - Está tudo mal?

Carla - Queremos uma resposta certa.

Investigadora - O que é que queres dizer com isso, de queremos uma resposta certa?

Carla - Queremos saber a resposta da professora.

Investigadora - Não, quero saber o que é que tu achas. Em primeiro lugar, ficaram admiradas com a diversidade de respostas, estavam à espera disso?

(...)

[A João entra na sala]

Helena - Estivemos aqui a discutir qual é que seria a resposta certa ou não?

João - Conseguiram chegar [a alguma conclusão]?

Todas - Não há resposta certa!

Carla - Estou triste. (S2).

As solicitações, por parte da Carla, para que a investigadora realizasse uma intervenção mais direta, foram diminuindo ao longo dos seminários. Contudo, a sua intervenção permaneceu relativamente baixa, sendo usualmente necessário um pedido explícito para que contribuísse para a discussão. Para além disso, grande parte dos comentários realizados foram no sentido de concordância com a posição debatida até ao momento, com pouco desenvolvimento argumentativo.

Relativamente às influências culturais e sociais no desenvolvimento do conhecimento científico a Carla tinha, na resposta dada ao Q1, evidenciado a relevância dos fatores pessoais. Praticamente todas as intervenções que realizou foram no sentido de ilustrarem essa componente pessoal no desenvolvimento da ciência. Em primeiro lugar evidenciou essa característica na própria seleção das questões a investigar, usando para isso o exemplo da investigação que estava a ser conduzida pela moderadora: “Porque é que a professora está a estudar isto? Porque é uma coisa que a professora gosta, não é porque toda a gente gosta” (S2).

Relativamente às questões éticas, em particular, à utilização de animais como modelos biológicos, essa ideia continuou bem patente no discurso da Carla. Para ela: “se nós seguirmos os nossos valores sociais e culturais não estamos a passar a ética, a passar, a deixar de ser éticos, conseguimos ser éticos na mesma” (S2). Por outras palavras, a ética era apenas perspetivada no campo pessoal e não ao nível social. Esta perspetiva individualista e elitista da ciência manteve-se praticamente inalterada, mesmo perante contra-argumentos por parte das colegas:

Investigadora - Em que aspetos é que tu achas que [a ciência] é universal?

Carla - Nos métodos e técnicas que são utilizados.

(...)

Carla - (...) Toda a gente consegue chegar aos métodos e técnicas que existem no mundo todo, mas cada cientista escolhe o que quer.

Investigadora - (...) A partir do momento em que eu sou um cientista, eu consigo tudo o que quero...

Carla - Desde que eu esteja interessado.

Helena - Às vezes as questões monetárias também influenciam muito.

Carla - Se calhar aqui não. (S2).

No que concerne ao significado de uma atividade de cariz experimental, as suas intervenções foram escassas. Contudo, foi concordando com os raciocínios que iam sendo formulados pela Helena e que indicavam a necessidade das atividades experimentais terem controlo de variáveis. Perante um apelo explícito, por parte da moderadora, para indicar a natureza do trabalho em que estava a colaborar, a Carla, após ter indicado tratar-se de um trabalho de natureza experimental, revelou dificuldade em explicitar os objetivos subjacentes a um trabalho dessa natureza:

Investigadora - Que tipo de objetivo, com essa experiência em concreto, que tipo de relação é que vocês querem ver entre as variáveis? É uma relação de quê? [pausa] Que tipo de relação é que eles querem perceber? [pausa] Quais são as variáveis que estão aí em jogo?

Carla - É a quantidade de fármaco.

Investigadora - Em relação a quê?

Carla - Há dois fármacos diferentes.

Investigadora - Em relação a quê? É só essa a variável? Ou há outra que eles depois vão observar?

(...)

Carla - Perceber qual é o efeito de cada fármaco, consoante a quantidade. (S2).

Mais tarde referiu que, no caso das pescas, “continua a ser ciência, mas não há experiência” (S2), revelando por isso uma noção mais correta relativamente à evidenciada antes do programa. Ao serem discutidos os diferentes significados do

conceito experiência, e em particular as semelhanças e diferenças da sua utilização nos contextos científico *versus* coloquial, a Carla estabeleceu uma clara distinção, indicando que no dia-a-dia o termo experiência “é muito relativa, é muito tentativa” (S2).

É igualmente interessante perceber que as visões da Carla variaram num curto espaço de tempo, em função da perspetiva que estava a ser discutida. Por exemplo, inicialmente indicou que o conhecimento científico não requeria apenas experimentação mas, após a intervenção da João, passa a enfatizar a importância dessa experimentação:

Investigadora - Carla, o que é que tu achas? Achas que sim, que o conhecimento científico só resulta de atividades de natureza experimental?

Carla - Eu também acho que, que tem que haver resultados e dados concretos para comprovar determinada hipótese.

Investigadora - E para ti os dados só são concretos se forem obtidos através de uma investigação experimental, em que haja manipulação de variáveis?

Carla - Isso não, isso não! Não tem que haver obrigatoriamente o controlo de variáveis.

(...)

João - Sim, para mim, é a minha opinião... sempre que eu quiser comprovar uma hipótese, para deixar de ser teoria, requer sempre experimentação.

(...)

Carla - Concordo.

Investigadora - Concordas, na íntegra? Não queres entrar em desacordo, concordas com tudo? Dás igualmente destaque e relevância a este papel das experiências?

Carla - Sim.

Investigadora - Como a João, achas que as experiências, a investigação de cariz experimental é melhor [dedos a fazer entre aspas], é mais credível, concordas com isso?

Carla - Sim, acho que sim. Ter resultados concretos dá para uma pessoa acreditar mais. É como o BigBang, será que houve, será que não houve? Nós aceitamos, mas porquê? (...) Eu não fiz uma experiência...

Investigadora - E as conclusões são credíveis?

Carla - Para mim são... Se calhar as outras pessoas não iam acreditar.

Investigadora - Basicamente Carla, acreditas que...

Carla - Que não requer sempre experimentação.

Investigadora - Mas é melhor quando ela lá está!

Carla - Sim, é melhor quando ela lá está. (S2).

O carácter empírico da ciência esteve patente nalgumas afirmações proferidas pela Carla. Referiu que o facto de a ciência ser concreta se devia exatamente à existência de “provas”. Para além disso, fez uma clara distinção entre a ciência e a religião, referindo que a religião é mais “abstrata... não temos coisas tão palpáveis como a

ciência” (S4). Neste âmbito, recorreu ao seu contexto real de ciência, tendo mencionado que a “Maria via mosquitos pelo microscópio, só assim é que ela conseguia perceber se havia algum efeito ou não” (S4).

Relativamente à importância dos referenciais teóricos no desenvolvimento do conhecimento científico, a Carla concordou de modo geral com as intervenções das colegas, que indicavam que as observações e as interpretações não eram “neutras”, ou seja, não influenciadas por ideias apriorísticas:

Helena - (...) Claramente estavam a observar coisas diferentes, porque estavam a ter opiniões completamente diferentes... Se calhar observamos as coisas de maneira diferente.

Investigadora - Porquê? Primeiro, concorda Carla? E João?

João - Eu acho que a observação acaba por ser a mesma, a interpretação é que é um bocadinho diferente, que foi o caso.

Helena - Ou então estão a olhar para a mesma coisa mas com perspetivas diferentes.

Carla - Sim.

Helena - Sim, com objetivos diferentes, estão a olhar para outra coisa.

João - Estão a olhar de outra forma.

Carla - Estão a olhar para a mesma coisa de uma forma diferente.

João - Se calhar um geólogo vai olhar para os estratos, e se calhar se for um...

Carla - Um biólogo, já vê mais as plantas e os animais.

João - Ia dizer os fósseis mas já é mais diferente, portanto estão a olhar para a mesma coisa mas à procura de coisas diferentes... Eu acho que a observação é a mesma.

Carla - Pois, é a mesma coisa.

João - Mas acho que os objetivos com que eles vão observar são diferentes, e logo aí eles vão procurar diferentes perspetivas e vão procurar diferentes coisas na observação.

Carla - Sim, mas é tudo a mesma coisa. (S4).

Durante a leitura das respostas inicialmente dadas no Q1, sobre as diferenças entre leis e teorias, a Carla assumiu uma postura mais proactiva. Na sua opinião, uma das respostas era esclarecedora dado ilustrar de forma clara o conhecimento que tinha sobre as leis de Newton:

Carla - Pois para mim faz sentido a primeira.

Helena - É a tua não é?

Carla - não! (...) a [resposta] E também está giral!

Investigadora - Conta-me lá, o que é que queres dizer com isso?

Carla - É a parte da lei, se x acontece então vai acontecer tal coisa.

Investigadora - E faz-te sentido? Achas giro, porque achas que faz sentido?

Carla - Estávamos a falar das leis de Newton, se um corpo está em repouso nunca vai mudar se não for aplicada uma força (...). (S5).

A sua intervenção passou a ser mais limitada, aparentemente fruto de algumas fragilidades em termos de conhecimento científico. Chegou mesmo a solicitar à investigadora: “dê-nos lá outra ideia de lei” (S5). Essa fragilidade foi igualmente evidente no que respeita às teorias:

Carla - E a teoria da seleção natural?

Investigadora - Isso é uma teoria.

Carla - Porquê?

Investigadora - É isso que eu quero [que vocês digam].

Carla - E da estrutura interna da Terra também é uma teoria, professora?

Investigadora - Não, é um modelo. (S5).

Contudo, regressou ao exemplo que lhe era mais familiar, as leis de Newton, para explorar e refletir sobre a natureza tentativa, ou não, destes constructos teóricos. Perante o aparecimento de ideias divergentes, a Carla optou por questionar as colegas e, em virtude de diferentes contributos, a sua visão dogmática da ciência foi sendo diluída progressivamente:

Carla - Mas por exemplo, a lei de Newton, se um corpo está em movimento vai permanecer sempre em movimento até que lhe seja exercida uma força contrária! ... Até haver uma força em contrário isso aí vai ser sempre assim! Ou não?

[Risos!]

João - Não sabemos.

Carla - Não é?

João - Quer dizer, acho que faz sentido que seja sempre assim.

Leonor – Sim.

(...)

João - Acontece aqui.

Carla - Na Terra.

Helena - Tendo em conta as nossas condições gravíticas.

(...)

João - Mas se calhar tem a ver com as situações. (S5).

O estabelecimento de uma fronteira, entre as hipóteses e as teorias, revelou-se um exercício difícil para a Carla, mesmo após uma colega ter enfatizado a importância do consenso por parte da comunidade científica para diferenciar estes dois constructos:

João - Eu acho que passa a ser teoria quando é algo socialmente aceite, pela comunidade científica e pela sociedade, acho que é isso, na minha perspetiva passa a ser teoria quando é aceite ... E porque é a melhor hipótese até agora.

(...)

Investigadora - Mas aí já não chamarias hipótese, é isso? Quando já há bases, evidências.

Carla - Sim, talvez, mas não deixa de ser uma hipótese.

João - Mas isto é muito [levanta os braços, tentando dizer confuso?]

(...)

Carla - Mas não deixa de ser uma hipótese. (S5).

A distinção entre a religião e a ciência, já evidenciada noutras discussões, foi igualmente evidente neste âmbito. Em concreto, a importância do carácter empírico no conhecimento científico, fez com que indicasse que o termo teoria não devia ser utilizado para designar ideias de índole religiosa. Na sua opinião, essas ideias e opiniões correspondiam a crenças:

Carla - Mas as teorias variam de pessoa para pessoa, eu não percebo isto.

João - Depende do que tu aceitas... Se fores uma pessoa religiosa a teoria é que Deus criou o mundo, mas a nível científico não, percebes?

Carla - Mas não é uma teoria, isso é uma crença. (S5).

Foi utilizando as leis de Newton, o exemplo inicialmente utilizado pela Carla, que se iniciou a discussão sobre as funções inerentes, quer às leis, quer às teorias. Contudo, foram as colegas que, ao tentarem dar sentido às várias intervenções realizadas, acabaram por descrever essas funções:

Perante as diferentes funções identificadas, a Carla sentiu necessidade de verbalizar as suas questões e, em virtude das mesmas e das intervenções das colegas, tornou-se mais clara a inexistência de uma relação hierárquica entre os dois conceitos em análise:

Carla - E quando é que passa a lei? (...) Uma teoria não pode incluir uma lei?

João - E porque é que não podes partir de uma lei para uma teoria? Se calhar até faz mais sentido, isto acontece, eu sei que isto acontece.

Carla - Sim.

João - E depois tentar explicar porquê.

Carla - Ou seja, eu sei que isto acontece e vou tentar explicar porque é que isto acontece... Uma coisa leva à outra.

Investigadora - Não percebi.

Carla - Então as leis podem levar a teorias, e as teorias podem levar a leis.

Investigadora - Mas a minha questão é, um transforma-se no outro? Ou pode levar a, mantendo-se?

Carla - Mantêm-se. (S5).

Contudo, perante a leitura de uma situação selecionada pela investigadora, em que o termo teoria era utilizado de forma coloquial, a Carla revelou dificuldade em efetuar uma análise crítica do mesmo, solicitando às colegas uma explanação mais detalhada sobre os raciocínios que realizavam:

João - Aqui teoria é num sentido diferente!

[Risos]

Carla - É diferente porquê?

Helena - Então, porque nós já chegámos à conclusão que as teorias não são coisas exatamente comprovadas e ela diz que para nós aceitarmos uma teoria temos que ter sempre algo que comprove essa teoria, e não é verdade. (...) É o que temos estado aqui a discutir. (S5).

Relativamente às razões que justificam o carácter ensaístico do conhecimento científico, a Carla revelou uma atitude pouco participativa, intervindo apenas para concordar com as ideias veiculadas pelas colegas. Por exemplo, inicialmente, concordou com a importância das “mentalidades” para justificar alteração do conhecimento científico, mas perante um pedido explícito para ilustrar essa importância, manteve-se calada, tendo posteriormente referido alguns exemplos mas que fugiam ao âmago da questão. Para além disso, perante a afirmação de uma colega, indicando ser possível alterar-se o conhecimento científico com os mesmos dados, a admiração da Carla tornou-se evidente:

Leonor - Tecnológico, lógico e das mentalidades.

Carla - Sim.

Investigadora - E o porquê das mentalidades?

Helena - Então, a tal questão de nós estarmos no centro do universo, isso também tinha a ver com a mentalidade, talvez daquela altura (...), o ser humano.

Carla - E com os meios também que tinham para dizer isso.

(...)

Investigadora - (...) Só tendo novos dados é que eu posso mudar uma teoria ou exatamente com os mesmos dados eu posso propor uma mudança?

Helena - Eu acho que sim.

Leonor - Sim, pode ser.

Carla - Como?

João - Tem a ver com os dinossáurios.

Leonor - Sim, tendo os mesmos dados...

Helena - Com os mesmos dados podes fazer teorias diferentes.

(...)

João - Tem a ver com as perspetivas.

Carla - Com a importância da pessoa que faz... A questão da observação, estamos a ver a mesma coisa mas vemos coisas diferentes. (S5).

Ao longo dos seminários destinados à reflexão sobre o ensino das ciências, a Carla revelou algumas dificuldades em descrever estratégias úteis para abordar aspetos da NC. No entanto, concordou frequentemente com as estratégias que eram invocadas

pelas colegas. Para além disso, na sua opinião, um ensino sobre a NC era um cenário pouco realista, em particular, no âmbito das práticas de ensino supervisionadas. A curta duração dos estágios foi um dos constrangimentos referidos, dado comprometer a implementação de determinadas estratégias:

Carla - O tempo é muito curto para fazer esse tipo de trabalho... O tempo é muito curto.

Helena - No estágio?

Carla – Sim, sim. (S_A).

Por outro lado, os/as próprios/as cooperantes e as suas práticas constituíam outra fonte de constrangimentos que a Carla associava à formação inicial de professores/as. Por exemplo, relatou diferentes episódios com o propósito de ilustrar que as práticas dos/as cooperantes não eram as mais adequadas no âmbito das ciências: “A nossa professora do estágio do terceiro ano deixava o Estudo do Meio de parte porque excitava muito os alunos e depois já não conseguia trabalhar com eles” (S_A). No entanto, quando for professora titular da turma, a Carla acredita ser possível implementar alguns destes aspetos, uma vez que, “temos muito mais tempo para conseguirmos fazer isto com eles e depois somos nós que estamos a fazer” (S_A).

Para a Carla, um ensino por investigação devia envolver, essencialmente, atividades “abertas”, ou seja, atividades em que os/as alunos/as tivessem autonomia para selecionarem os procedimentos a adotar, quer para a recolha de dados, quer para a sua análise:

Leonor - (...) Se eu chegar lá e disser (...) quero que encontrem uma resposta a esta pergunta, façam isto, isto e isto, [apresentar] o protocolo... Para mim isso não é investigação. É dar logo tudo de bandeja, eles só vão chegar a um resultado, mas a um resultado que eu já sei [qual é].

Carla - Exatamente (...). São eles que fazem e são eles que chegam lá (...). Era o que ela estava a dizer, eles podem seguir os passos e surgirem outras dúvidas, mas o resultado a essa pergunta está lá. (S_B).

Relativamente à exequibilidade de atividades investigativas no ensino das ciências, a posição da Carla foi semelhante à evidenciada para o ensino da NC. Por exemplo, após a visualização de um filme sobre investigações desenvolvidas por crianças referiu que “não conseguimos fazer isto” (S_B). Posteriormente, em virtude de uma discussão sobre a influência do contexto, a sua posição foi pontualmente alterada:

Investigadora - Difícil de implementar?

(...)

Carla - Sim.

(...)

Helena - Porque é que achas que é quase impossível? Mesmo que o contexto seja bom, por exemplo.

Carla - Não, se o contexto for bom não (S_B).

Apesar de não ter enumerado nenhum constrangimento de forma explícita, a Carla concordou com os vários aspetos que iam sendo referidos pelas colegas. Em particular, os constrangimentos associados à formação inicial de professores/as e a fatores intrínsecos, em particular, a insegurança. A título ilustrativo, a Carla admitiu que a ideia de ir para uma sala de aula sem conhecer *a priori* a conclusão de um estudo seria assustadora. Acresce ainda o facto de considerar que, por iniciativa própria, nunca iria planificar ou lembrar-se de levar situações-problemas para a sala de aula:

Carla - (...) Se tivesse um peixe em casa morto... Levar para a sala de aula e questionar os miúdos porque é que aquilo poderia ter acontecido... Não sei se faria isso.

(...)

Carla - Planear, planear, planear mesmo, não sei.

(...)

Carla - Se surgir [algum problema], claro que se pode explorar. (S_B).

A avaliação global do programa

A Carla considerou o programa bastante interessante, por um lado, devido ao seu envolvimento no contexto real de ciência uma vez que lhe permitiu ter “uma ideia do que é a realidade... pois tivemos contato com investigadores e cientistas mesmo” (Ef) e, por outro lado, devido aos seminários terem possibilitado “discutirmos entre nós, trocarmos opiniões, e refletirmos” (Ef). No entanto, a importância conferida aos dois momentos que constituíram o programa, em termos de novidade, não foi idêntica:

Tudo novo, tudo novidade. Parecia que estava a descobrir coisas (...). E acho que foi interessante ver aquilo que os cientistas vivenciam, o dia-a-dia deles (...). Nós tivemos a oportunidade de fazer aquilo que eles fazem, não fazíamos tudo, não é, mas algumas coisas podíamos fazer... Nos seminários foi um pouco diferente pois enquanto que nos seminários estávamos mais à vontade e dava para trocar [opiniões], era mesmo uma conversa informal, de troca de opiniões e ideias (...) não era tão novidade quanto isso. (Ef).

Na opinião da Carla, várias foram as aprendizagens realizadas em virtude do seu envolvimento no programa, pois “muitas coisas daquilo que eu vi eram completamente novidade para mim, o biotério, as experiências que nós assistimos, era tudo [novo], não

fazia nenhuma ideia” (Ef). Grande parte das aprendizagens elencadas pela Carla, decorrentes da sua imersão no contexto real de ciência, foram aprendizagens ao nível do conhecimento substantivo e processual:

Fiquei a saber o que era o biotério, que não fazia a mínima ideia o que era (...) e o funcionamento do biotério, assim como cuidados que se devem ter com os ratinhos, a vida dos ratinhos, a reprodução dos ratinhos. Aprendi a fazer esfregaços, (...) a identificar [um] parasita da malária no sangue (...). Vi como é que se dissecava o mosquito, (...) como é que se trata uma cultura... (Ef).

Também foram mencionadas aprendizagens no domínio do conhecimento epistemológico, embora mais associadas à reflexão promovida no âmbito dos seminários. Em particular, passou a reconhecer “que a ciência pode ser uma coisa muito mais aberta do que aquilo que nós pensamos, e que a dúvida faz parte da ciência, e que não há respostas concretas para tudo” (Ef). No entanto, não se sentiu confortável em indicar se as suas expectativas tinham sido concretizadas, pois à entrada do programa, não tinha uma ideia muito clara das aprendizagens que poderia desenvolver.

Inicialmente, a falta de relação entre o programa e a futura prática docente foi um aspeto várias vezes focado pela participante. Segundo a Carla, essa falta de articulação foi sentida por ela, mas também pelos elementos da equipa de investigação pois “nem elas percebiam porque é que nós estávamos ali, elas perguntavam o que nós, da educação, tínhamos a ver com aquilo” (Ef). Para esta participante, essa relação apenas se tornou evidente nos seminários: “o que é que isto tinha a ver com o trabalho das crianças, só com os seminários é que começámos a ter ideias mais concretas sobre isso, sobre essa relação” (Ef). Os últimos seminários foram apreciados de uma forma mais positiva, uma vez que a relação com a sua futura prática profissional foi mais visível: “se calhar os primeiros foram mais seca, digo eu, estes últimos foram mais interessantes porque foram mais relacionados com a nossa prática” (Ef). Quando questionada sobre o aspeto do programa que considerou mais relevante, a Carla referenciou o desenvolvimento do sentido crítico no âmbito profissional, fruto do trabalho reflexivo realizado nos seminários:

O meu sentido crítico. Acho que os seminários que nós tivemos (...) foram muito importantes para isso, para nós termos outra ideia sobre as coisas, alargarmos a nossa ideia sobre o que é ensinar ciência, como é que se ensina ciência, acho que isso foi importante. (Ef).

Curiosamente, os instrumentos de recolha de dados associados à presente investigação, como por exemplo, o questionário sobre as conceções das participantes

sobre a ciência e as diferentes entrevistas realizadas constituíram, para a Carla, a principal dificuldade no âmbito da sua participação no programa Ciência ao Vivo:

As entrevistas (...) e o questionário (...) foram aqueles que nos obrigaram a refletir mais e a pensar sobre as coisas, coisas que eu nunca tinha pensado. Quando eu vi o questionário é que se calhar foi o maior choque, mas o que é isto, eu nunca pensei sobre isto, e agora? Não sei! (Ef).

Conceções após o programa Ciência ao Vivo

Conceções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Após o programa Ciência ao Vivo, a Carla enfatizou que uma boa aula de Estudo do Meio “tem que partir das crianças, o conteúdo ou a temática tem que partir das crianças. Depois, construir com eles o trabalho que vai ser desenvolvido, dentro desse problema, dentro dessa temática” (Ef). Quando questionada sobre o trabalho a desenvolver após o diagnóstico do interesse e curiosidade dos/as alunos/as explicitou que esperaria que os/as alunos/as “procurassem uma resposta para aquilo que eles querem saber” (Ef) e que, na referida fase, poderiam existir duas situações diametralmente opostas, nomeadamente, tratar-se de um tópico passível de ser abordado de forma “direta”, ou não. Perante a primeira situação, a Carla valorizou as atividades práticas:

Investigadora - E se fosse [um tópico] realmente palpável e observável, o que é que fazias?

Carla - Atividades práticas, experiências.

Investigadora - Como é que caracterizarias essas atividades práticas, quem é que fazia o quê, quando e como?

Carla - [Procurava] definir os passos daquilo que é preciso fazer com eles, o que é que eles acham que é preciso fazer, para depois eles próprios fazerem. (Ef).

Perante a segunda situação, indicou os vídeos como a alternativa mais viável. O recurso a visita de estudos e a especialistas, onde os/as alunos/as tivessem a possibilidade de “estarem mais perto da realidade” foram igualmente aspetos mencionados.

Na perspetiva desta futura professora, estas estratégias eram benéficas “porque [os/as alunos/as] têm contato com a realidade, porque observam mesmo o que se passa, e isso tem mais significado para a pessoa” (Ef). Dessa forma, são os/as próprios/as alunos/as a “explorarem e construírem as suas ideias” (Ef). No entanto, a valorização

da voz das crianças não teve uma repercussão tão direta nas propostas didáticas construídas pela Carla, a partir dos incidentes críticos finais. Apenas em duas situações há referências explícitas ao envolvimento dos/as alunos/as no processo de ensino-aprendizagem sendo que nas restantes, as propostas continuaram alicerçadas na exposição oral do/a docente:

Neste caso dava para ir várias vezes à praia ao longo do ano e eles fazerem medições da temperatura da água, ou então iam à internet pesquisar, a sites próprios, a evolução da temperatura ao longo do ano, do tempo (...). Depois eles chegavam a conclusões; ou se calhar, levá-los a perceber o que é que leva a essa mudança de temperatura. (IC1f).

Talvez se houvesse algum inquérito que o levasse a identificar bem uma célula, se calhar, pedia para ele comparar: vê o que está aqui e vê o que é que tu tens; para ele comparar a imagem que ele está a ver, com a de uma célula. (IC2f).

Relativamente às competências que devem ser desenvolvidas no âmbito do Estudo do Meio, a Carla indicou a “curiosidade, espírito crítico, cooperação” pois, na sua opinião, “é mais fácil [os/as alunos/as] perceberem a ciência” (Ef) se desenvolverem tais competências. Referiu ainda que é importante os/as alunos/as “saberem que a ciência está sempre em mudança, que agora é assim, mas daqui a não sei quantos anos pode ser de outra forma” (Ef) o que denota a importância das aprendizagens no domínio do conhecimento epistemológico. O carácter tentativo do conhecimento científico foi igualmente explicitado de forma didática num dos incidentes críticos:

Diria que está tudo em evolução... que as coisas mudam, que o conhecimento que as pessoas têm vai mudando, e isso faz com que a ciência vá [também] mudando e com que estes conceitos, estas ideias, também mudem. Acho que era por aí, com o microscópio eles já conseguiam ver as bactérias (...) porque temos novos recursos, novas tecnologias, e à medida que a sociedade muda a mentalidade também muda. (IC6f).

Para além dessa característica da NC, as influências culturais e sociais foram igualmente alvo de análise num outro incidente crítico:

Carla - (...) os cientistas são pessoas, logo são influenciáveis.

Investigadora - Ias dizer às crianças isso, realçar que a ciência é feita por Homens.

Carla - Sim, sim, e que a pessoa pode ser católica independentemente da profissão que tem e do trabalho que faça. (IC5f).

Segundo a Carla, um dos aspetos que considerou mais relevante, em virtude do seu envolvimento no programa, foi a intenção de dar mais “liberdade à curiosidade [dos/as alunos/as], e não é dizer que é assim, assim, assim... mas agarrar nas dúvidas deles e

nas curiosidades que eles tenham, para desenvolver o programa e os conteúdos” (Ef). Como consequência desta intenção, a Carla perspectivou uma abordagem mais flexível do currículo: “mas se calhar, se partisse deles, era diferente, não era tão esquematizado, tão estruturado, tem que ser aquilo e pronto, não havia uma ordem no programa” (Ef).

Importa ainda mencionar que a Carla considerou sentir-se mais à vontade para “fazer atividades experimentais, atividades práticas, projeto, e não uma coisa expositiva como fazemos” (Ef). Em grande medida porque se sentia “mais desperta para determinados aspetos da ciência... e de como pode ser ensinada sem ser uma coisa tão, é isto, isto e isto” (Ef).

Conceções sobre a ciência

A visão da Carla, relativamente ao carácter ensaístico do conhecimento científico, evidenciou um desenvolvimento modesto, de limitado a parcialmente informado. Em parte, porque deixou de enfatizar que as mudanças ocorrem apenas através do aparecimento de novos dados. Acresce o facto de ter passado a valorizar esta característica da NC no domínio da educação em ciências. Segundo a Carla, para além das teorias serem ensinadas na escola “para que as crianças/alunos consigam atribuir um maior significado ao que os rodeia” (Q1) esse exercício poderia ser útil para que “percebam que a ciência está sempre em mudança” (Q3). De acordo com esta participante, foram as discussões ocorridas nos seminários que mais contribuíram para a construção desta ideia.

Relativamente à influência da cultura e da sociedade na construção do conhecimento científico a Carla indicou concordar na íntegra com a sua opinião inicial, não demonstrando necessidade em reformular a sua resposta. Mais uma vez, indicou os seminários como a componente em que esta dimensão da ciência esteve mais presente.

Após o programa Ciência ao Vivo, a Carla começou a tecer mais considerações sobre a importância da subjetividade na construção do conhecimento científico ainda que, essencialmente, a um nível pessoal: “Porque as pessoas interpretam as coisas de formas diferentes de acordo com aquilo que são, com o que é a sua personalidade” (Q3). Para além disso, referiu que “acho que é uma coisa difícil, [os/as cientistas] terem mesmo a certeza do que é que aconteceu, e portanto dá para ter, dá para existirem duas hipóteses, duas explicações possíveis, não é uma coisa que é assim e pronto”

(Q3), o que indica que a própria natureza do conhecimento, e o momento em que o mesmo aconteceu, eram igualmente explicações possíveis para o cenário. Na opinião desta participante, foram os seminários que mais contribuíram para o desenvolvimento de um entendimento parcialmente informado sobre este aspeto da NC.

No que diz respeito às funções e relações entre as teorias e as leis, a Carla evidenciou visões limitadas. Contrariamente ao que aconteceu antes do início do programa, o nível de (in)certeza deixou de ser referido pela Carla para diferenciar as teorias das leis. Contudo, o discurso da participante continuou a denotar alguma dificuldade em distinguir estes dois constructos. Por exemplo:

Carla - Uma teoria é, se calhar, aquilo que é mais aceite, que se acha que aconteceu e que é o mais aceite pela sociedade. Uma lei, acho que pode ser mudada na mesma, é mais objetiva, é mais concreta, é assim e pronto...

Investigadora - Portanto é isso que [as] diferencia... E ambas podem mudar?

Carla - Sim.

Investigadora - Mas... uma é mais concreta?

Carla - Sim, mais objetiva.

Investigadora - Há mais aspetos que [as] diferenciam?

Carla - Acho que não... Se calhar as leis são mais difíceis de contrariar, sei lá, digo eu. (Q3).

Mais uma vez, a Carla invocou os seminários como a componente do programa que mais contribuiu para a reconstrução desta opinião.

A Carla revelou uma visão parcialmente informada sobre o papel da criatividade no desenvolvimento do conhecimento científico pois, ao referir que “eles [cientistas] usam sempre a criatividade e a imaginação, em qualquer etapa de uma investigação” (Q3), passa a considerar a criatividade e a imaginação na análise e interpretação dos dados, algo que não era expresso nas respostas iniciais. Segundo esta participante, foram os seminários, os momentos que mais contribuíram para repensar esta dimensão da NC.

Após a participação no programa Ciência ao Vivo, a base empírica do conhecimento científico permaneceu evidente no discurso da Carla, no entanto, a sua visão passou a ser parcialmente informada. Apesar da Carla não ter enfatizado o papel do conhecimento prévio e das assunções no desenvolvimento do conhecimento científico, ela mencionou que “os dados não são fixos, também levantam outras questões e dúvidas” (Q3), o que denota que a participante já não se revia na visão ingénua que possuía no início do programa. Mais uma vez, a Carla mencionou os seminários como a componente do programa mais relevante para a clarificação desta conceção.

No âmbito das metodologias científicas, o progresso da Carla foi modesto, de ingênuo para limitado. Tal como antes do programa, a Carla revelou dificuldades em descrever a estrutura de uma experiência científica, baseando essencialmente a resposta nos objetivos inerentes à realização dessa atividade:

Carla - Acho que uma experiência científica tem sempre o objetivo de responder a um problema ou a uma dúvida que a pessoa que a realiza tem. Acho que é isso. Procura respostas concretas... mas nem sempre as obtém... Tem um problema, e (...) fazemos uma série de procedimentos que nos levam a uma determinada resposta.

Investigadora - E como é que são esses procedimentos? Consegues caracterizá-los ou é indiferente?

Carla - A observação, o trabalho laboratorial, a experimentação.

Investigadora - E o que é a experimentação?

Carla - É testar diversas hipóteses que nós temos.

Investigadora - Como é que eu posso testar essas diferentes hipóteses?

Carla - Como? Como assim? Realizava a experiência em si!

Investigadora - Mas o que é a experiência em si?

Carla - A Maria utilizava materiais específicos, tinha uma série de materiais que eram necessários... Realizava a experiência e depois via que resultados é que tinha. (Q3).

A Carla também acreditava que os métodos experimentais eram os mais fidedignos para o desenvolvimento do conhecimento científico. A grande diferença, relativamente às ideias iniciais neste domínio, dizem respeito ao desenvolvimento de uma ideia mais aberta relativamente ao método científico.

Esta participante mencionou ainda que o seu envolvimento no programa não alterou significativamente as suas conceções sobre o tipo de trabalho que os/as cientistas desenvolvem. Quanto aos atributos que conferia a esse trabalho o cenário já é distinto, dado ter constatado ser mais entediante do que inicialmente tinha imaginado.

Relativamente às cientistas a principal surpresa diz respeito à não utilização de alguns acessórios que considerava serem imprescindíveis a qualquer tipo de atividade no laboratório.

Do pensamento à ação

Descrição das práticas pedagógicas

A prática de ensino supervisionada da Carla, decorreu numa turma do terceiro ano de escolaridade de uma escola da área da grande Lisboa. Ao longo do período de observação, o desinteresse dos/as alunos/as pela área do Estudo do Meio, foi uma das fragilidades identificada pela Carla. Com o objetivo de se desvincular, por um lado, das práticas de natureza essencialmente transmissivas implementadas pelo professor titular (como “leitura em voz alta das explicações dos conteúdos do manual” (NC) ou “registo dos conteúdos abordados no caderno diário, através da cópia da teoria do manual” (NC)) e, por outro lado, de motivar os/as alunos/as para esta área, a Carla optou por planificar um ensino de natureza experimental e prático. Contudo, nas planificações, os objetivos no domínio do conhecimento substantivo foram os mais valorizados.

Durante a prática de ensino supervisionada o grupo de estágio abordou, a pedido do professor titular, diversos conteúdos, que se inserem, segundo o Programa do 1º CEB, em três blocos distintos: “À descoberta do ambiente natural”, “À descoberta dos materiais e objetos” e “À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.” Nas semanas em que a Carla ficou responsável pelo grupo, foram abordados conteúdos referentes ao primeiro bloco, nomeadamente os *aspetos físicos do meio local* e em particular sobre as rochas, o solo e as formas de relevo. No âmbito do último bloco, a Carla dinamizou um trabalho de projeto sobre as atividades económicas. No entanto, tendo em conta que o mesmo se inseria no domínio das Ciências Sociais, não foi alvo de observação e análise para a presente investigação.

Após terem acesso à prova de final de ano de Estudo do Meio, e verificarem que o ciclo da água era uma das temáticas alvo de avaliação, e que não tinha sido trabalhada durante o ano letivo, foi desenvolvida, por solicitação do professor titular, uma atividade sobre esse tópico na véspera da referida prova (Tabela 21).

Tabela 21

Atividades das ciências físico-naturais dinamizadas pela Carla no âmbito da PES

Atividade	Descrição da atividade
1ª	“Vamos observar rochas” - Caracterização e identificação de rochas
2ª	“Vamos observar solos” - Caracterização e identificação de solos
3ª	Estudo da permeabilidade dos solos
4ª	Simulando o ciclo da água

Para o estudo das rochas, a Carla optou por planificar uma atividade, em pequenos grupos, dedicada à descrição e identificação de oito rochas com o auxílio de um guião. Segundo a planificação, num primeiro momento, seria solicitado aos alunos e às alunas que comentassem a seguinte afirmação: “Todas as pessoas precisam de uma rocha”. Através desta estratégia a Carla pretendia promover uma discussão que possibilitasse o levantamento de ideias sobre “Onde existem rochas?”, “Qual a utilidade das rochas?” e “Se as rochas são todas iguais e que diferenças identificam”. Num segundo momento seria entregue o guião e os materiais para exploração por parte dos/as alunos/as. No referido guião constavam as regras do trabalho de grupo e uma chave dicotómica para identificação das oito rochas em análise. Concluída a atividade, a planificação contemplava uma “discussão em grande grupo sobre as conclusões a que chegaram” (Plf). Segundo a Carla, esta atividade não foi totalmente conseguida, em grande medida devido a questões de natureza organizacional e comportamental:

A estratégia adotada para o estudo das rochas poderia ter sido diferente, nesta [atividade] a gestão dos grupos de trabalho foi difícil e contribuiu para um maior desentendimento por parte dos alunos. Talvez, se cada grupo tivesse observado e caracterizado um tipo de rocha e fosse feita a partilha dos conhecimentos aos restantes grupos, a gestão se tornasse mais fácil e as aprendizagens mais eficazes. (Rf).

A segunda sessão, intitulada “Vamos observar solos”, foi estruturada em três fases distintas: 1) revisão da atividade sobre a identificação de rochas; 2) diagnóstico das ideias prévias dos/as alunos/as sobre os solos; 3) exploração e identificação de diferentes tipos de solos. A revisão teve uma natureza fundamentalmente descritiva, procurando recapitular ações e enunciar terminologia utilizada na sessão prévia:

Carla - Estiveram a descobrir que pedras eram aquelas. Que rochas tinham?

Aluno/a - Ardósia.

Carla - L.!

Aluno/a - Granito.

Aluno/a - Basalto.

Aluno/a - Pedra da calçada.

Carla/a - Como se chamava?

Aluno/a - Calcário.

Carla/a - Faltam mais duas...

Aluno/a - Mármore! (NC).

Apesar do solo ser o resultado da meteorização e erosão das rochas, foi através da referência a uma atividade sobre anelídeos, conduzida pela colega de estágio, que a Carla introduziu o conceito de solo. O diagnóstico das ideias prévias dos/as alunos/as sobre este tópico foi realizado através do recurso a questões de natureza genérica como “O que é que vocês sabem sobre o solo?” ou “mais [o que sabem mais]?”.

Antes de entregar o guião da atividade prática (Figura 18) a Carla forneceu algumas indicações genéricas (“estão aqui quatro tipos de solo; cada grupo vai ter 4 tipos de solo e um guião”) e procedeu à constituição de oito grupos de trabalho e à distribuição do material, o que implicou alguma movimentação dentro da sala de aula.

1º Passo

Observem e mexam em cada tipo de solo e tentem completar a tabela.

	Solo 1	Solo 2	Solo 3	Solo 4
Cor				
Cheiro				
Textura				

2º Passo

Com base na tabela seguinte, procurem identificar qual é o tipo de cada um dos solos:

Cor	Castanho-escuro	Castanho-claro	Castanho-claro	Castanho-claro
Cheiro	A terra	Quase sem cheiro	A barro	A terra (pouco intenso)
Textura	Fofa	Fragmentado	Maleável	Fofa
Rocha	Granito e ardósia	Granito	Argila	Calcário
Tipo	Humífero	Arenoso	Argiloso	Calcário
Solo				

Figura 18. Guião orientador “Identificação de solos”.

A exploração dos solos iniciou-se após o esclarecimento da tarefa:

Carla - Acabámos de ver que existem diferentes tipos de solo. Vamos agora verificar quais são e que características têm. Vão pegar no solo nº 1, abrir, ver a cor que tem, se cheira a alguma coisa, na textura ver se é fofinho, fragmentado... Diz lá.

Aluno/a - Se é molinho.

Carla - Se é fofinho, macio, se conseguirem. E depois fazer o mesmo para o solo 2, 3 e 4; 2º passo [e começa a ler]; a partir das características vão identificar que tipo de solo é que é e vão pôr o nome do solo que acham que é. (NC).

Durante a fase exploratória, nem sempre os elementos do grupo concordaram com as características a atribuir aos diferentes tipos de solos e, perante essa situação, a grande maioria dos/as alunos/as optou por solicitar a intervenção da professora:

Carla - Será pimenta? Como é que cheira a pimenta? Não tem cheiro, não cheira a nada!

G3- Professora, também não conseguimos.

Carla - Cheira a alguma coisa? Escreve, não tem cheiro.

[o G5 chama a Carla]

G5- É castanho. Podemos colocar não tem cheiro?

Carla - Sim!

G6- Eu acho que cheira a praia.

G1- Ela diz que cheira a menta.

Carla - Sabes como é o cheiro a menta? Isto não tem cheiro.

(...)

[G3 - a Carla abre a caixa e depois pergunta, isto cheira a quê?]

Aluno/a - A barro.

[a Carla depois abre a caixa da terra e pergunta outra vez]

Carla - É ou não é? Então vá, qual é este? As duas deviam cheirar a terra mas não cheira, se houvesse água era maleável.

G6 - Isto está tudo baralhado, esta parte é fininha, cheira a barro.

(...)

Carla - Que cor é essa, assim no geral?

Aluno - Cinzenta

Carla - Cinzenta? Não é assim castanha clara? (NC).

Tendo em conta que vários grupos deram por concluída a identificação dos solos e solicitaram a presença da professora para corrigir o trabalho, a Carla optou por se deslocar até ao quadro e iniciar a partilha das observações.

Carla - Vamos lá ver as características, cor do solo calcário.

Aluno/a - Castanho-claro.

Carla - Cheiro.

Aluno/a - A obra!

Aluno/a - Nós colocámos outra coisa, a pó!

Carla - Este tipo de solo é constituído por rocha do tipo? Vejam no quadro.

Aluno/a - Calcário.

Carla - E são as rochas que mais utilizamos nas obras por isso é que o M. disse aquilo. Textura?

Aluno/a - Duro.

Carla - Tudo? Há umas partes mais moles, o 2, cor, l.

Aluno/a - Castanho claro.

Aluno/a - Eu não, castanho-escuro. (NC).

O estudo da permeabilidade dos solos foi o tópico em estudo na atividade seguinte. A Carla optou por conduzir a atividade em grande grupo tendo solicitado aos alunos e às alunas que se deslocassem até ao fundo da sala e se distribuíssem à volta de duas mesas, onde o material já estava organizado. À semelhança das atividades anteriores, a entrega do guião (Figura 19) foi uma das primeiras tarefas realizadas pela Carla. Apesar da ausência de uma questão científica no referido documento, o envolvimento dos/as alunos/as sobre a finalidade e o sentido da atividade foi realizado, verbalmente, pela Carla ao mencionar que: “nós agora vamos ver se a água passa ou não pela terra, pelos diferentes tipos de solo” (NC). Após a leitura do procedimento, a Carla colocou algumas questões que visavam orientar os/as alunos/as sobre a natureza experimental da atividade:

Carla - Meninos, para ver se a água passa pela terra, acham que podemos usar diferentes quantidades de solo?

Aluno/a - Diferentes...

Aluno/a - Se for muita quantidade a água tem mais dificuldade, se for menos água passa num abrir e fechar de olhos.

Carla - Então para ver, temos que usar a mesma quantidade de solo. Acham que podem usar a mesma água?

Aluno/a - A mesma água.

(...)

Carla - Vamos ver quanto tempo demora a passar e como passa no gargalo.

Aluno/a - Se fosse muito demorava muito tempo. (NC).

Agora vamos analisar outra característica dos solos.

1. Coloquem o gargalo da garrafa por cima da base da garrafa
2. Coloquem o papel de filtro por cima do gargalo da garrafa
3. Ponham o solo nº1 por cima no gargalo da garrafa
4. Coloquem água no copo até à risca e despejem sobre a terra
5. Durante 2 minutos observem o que acontece.
6. Realizem os passos anteriores para os outros tipos de solo.

O que aconteceu?	
Solo 1	
Solo 2	
Solo 3	
Solo 4	

Figura 19. Guião orientador “Permeabilidade dos solos”.

A Carla deu início à atividade experimental sem solicitar às crianças que refletissem sobre o que pensavam que iria acontecer e que fornecessem justificações para tais previsões. Apenas algumas crianças, selecionados pela professora, tiveram oportunidade de colaborar na execução do procedimento, enchendo os copos com água e efetuando a sua transferência para o funil. Após 2 minutos, verificou-se o nível de água no recipiente que se encontrava por baixo do funil e, fruto dessa comparação, a Carla introduziu o conceito de permeabilidade.

A última sessão dinamizada debruçou-se sobre o estudo do ciclo da água e consubstanciou-se na realização de uma atividade de simulação, conduzida em grande grupo, no fundo da sala. Numa primeira fase, procedeu-se à leitura e execução do protocolo presente no guião, previamente entregue aos alunos e às alunas (Figura 20).

Carla - P. começa lá a ler [o aluno lê]. Têm que ouvir. Temos aqui a maquete. Calma. Temos água, sal, o gelo com o corante e temos um copinho de plástico. Têm que ouvir! B., lê lá o primeiro passo [a aluna lê].

Aluna – [lê o guião]

Carla - Já colocaste o copinho? Qual é o primeiro passo?

Aluno/a - [diz qual é o primeiro passo]

Carla - Então vá! Começa a colocar.

Aluno/a - Areia.

(...)

Carla - E o próximo passo, qual é?

[o aluno lê o passo seguinte]

Carla - Temos aqui água sem sal, podes colocar muito sal.

[a aluna coloca]

Carla - Está bom, enche bem. O que é que nós estamos aqui a fazer?

Aluno/a - Estamos a dissolver sal na água.

Aluno/a - Aqui é gelo colorido.

Carla - Têm que ouvir... Prova.

[o aluno prova a água]

Carla - Está bem salgada, não está? Pode provar mais um.

[outro aluno prova]

Carla - Já chega. Têm que ouvir, têm que estar em silêncio. O gelo está a derreter.

Aluno/a - Está a verter água para o modelo.

Carla - E a seguir?

Aluno/a - "Colocar a tigela na caixa".

Carla - Agora a L. vai colocar o gelo aqui. Coloca 8 pedrinhas de gelo. (NC).

O Ciclo da Água

Vamos agora observar algumas das mudanças de estados físicos da água e seu percurso pela atmosfera e solo.

O que vamos precisar: Maqueta do Ciclo da Água

Água

Sal

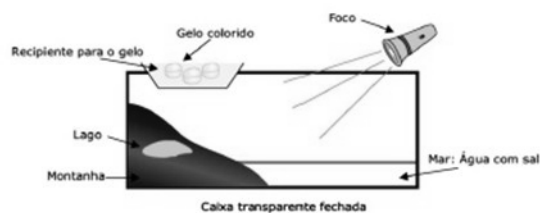
Gelo com corante

Lâmpada

Copinho de plástico

Como vamos fazer:

- Colocar o copinho de plástico no meio da areia
- Colocar água com sal dentro da caixa transparente da maqueta.
- Colocar a tigela sobre a caixa e pôr gelo colorido no interior da tigela.
- Acender a luz da lâmpada



Regista o que acontece em diferentes momentos da observação:

O que vemos na maquete?	
Tempo	Observações
Após a montagem	
30 min.	
60 min.	
90 min.	

Figura 20. Guião orientador “Ciclo da água”.

Após a execução do procedimento e consequente finalização da maquete do ciclo da água, a Carla efetuou, através da formulação de questões dirigidas, o paralelismo entre a maquete e os elementos reais que a mesma pretendia simbolizar. No entanto, esta comparação apenas contemplou as semelhanças não havendo reflexão sobre as diferenças.

Carla - Oiçam meninos, o que é que vocês acham que representa a luz?

Aluno/a - O sol.

Carla - Não mexam. P., posso falar? A água?

Aluno/a - É o mar.

Carla - A terra.

Aluno/a - A areia.

Carla - A areia representa montanhas. E a temperatura na montanha é alta ou baixa?

Aluno/a - Alta.

Carla - É alta ou baixa?

Aluno/a - Baixa.

Carla - Então as montanhas representam temperaturas baixas, em altas altitudes. (NC).

Curiosamente, ao centrar a atenção dos/as alunos/as para a necessidade de se efetuar o registo das observações, em diferentes intervalos de tempo, a Carla introduziu o termo “controlar” e não “observar” ou “monitorizar”:

Carla - O que é que nós vamos observar a seguir? Oiçam, o que é que nós vamos controlar para ver o que é que acontece? O que vamos controlar? Nós vamos ver o que é que aconteceu passado 30 minutos. Portanto vamos ter que controlar o tempo. Como foi montado às 9 e 30 vamos ver às 10 (...). Vamos ver também o sabor da água. Esta é salgada e vai aparecer outra água e vamos ver o sabor dela. Vamos controlar também a cor da água. (NC).

Quando as primeiras alterações na maquete começaram a ser visíveis, nomeadamente, a condensação do vapor de água por baixo do recipiente com gelo, os/as alunos/as evidenciaram muita curiosidade, solicitando um contato mais próximo e sensorial com o modelo em estudo. Para além disso, surgiram algumas explicações para o sucedido, não tendo merecido, por parte da Carla, particular atenção:

Carla - O que está a acontecer?

Alunos/as - ahhhh

Aluno - Posso tocar?

Carla - P., não é tocar, é ver. Isto está molhado, certo? Isso é água.

[as crianças olham e analisam]

Carla - O que é que vocês sentiram?

Aluno/a - A água está fria.

(...)

Aluno/a - Está fria por causa do gelo e está com esse vapor por causa do sol e por causa da areia. (NC).

Após este episódio e, enquanto aguardavam que a hora do registo das observações chegasse (30 minutos após a construção da maquete), a Carla colocou questões sobre os diferentes fenómenos/processos que ocorrem no ciclo da água. Durante este diálogo a Carla procurou, essencialmente, avançar ao longo do trajeto que a água vai percorrendo, o que se traduziu no predomínio de questões do tipo “e depois?”, após a identificação correta do processo por parte de algum/a aluno/a. Foi notória uma maior ênfase na avaliação do reportório terminológico dos/as alunos/as do que na compreensão dos fenómenos que compõem o ciclo da água. Aliás, as intervenções de natureza mais explicativa, bem como o estabelecimento do paralelismo entre os fenómenos indicados pelos/as alunos/as e o modelo, foi essencialmente assegurado pela Carla:

Carla - Mas o que é que o sol faz?

[falam todos ao mesmo tempo – não consigo perceber o que dizem; entretanto o professor titular acaba por intervir – eleva o tom de voz e diz aos alunos e às alunas para se calarem]

Carla - O sol aquece a água e o que acontece?

Aluno/a - A água evapora.

Carla - E depois?

Aluno/a - E faz as nuvens.

(...)

Carla - Sim, e depois?

Aluno/a - Tem...

Carla - Tem que estar em contato com temperaturas baixas para formar as gotículas.

Aluno/a - Quando chove ficam as poças de água e depois evapora.

Carla - Diz lá, não percebi.

Aluno/a - Chove, ficam as poças e depois o sol, é como se levasse a água das poças.

Carla - Mais outro exemplo de evaporação do vosso dia-a-dia.

Aluno/a - Quando lavamos a roupa...

Aluno/a - Colocamos a roupa a secar e o sol ajuda.

Carla - Não só por causa do sol; também o vento ajuda na evaporação. (NC).

As afirmações e as questões proferidas pelos/as alunos/as não tiveram grande peso nesta fase. É igualmente relevante mencionar que, nesta etapa, os/as alunos/as começaram a partilhar situações do seu quotidiano em que há oportunidade de observar estes processos, bem como previsões sobre o que iria acontecer na maquete do ciclo da água:

Aluno/a - Quando eu estou a sair da banheira está tudo muito nublado.

(...)

Aluno/a - E daqui a um bocado vai chover.

Carla - Será que vai? (NC).

Neste momento a Carla reorientou os/as alunos/as para o guião, mais precisamente, para a necessidade de registarem o estado da maquete logo após a sua finalização, questionando ou explicitando os aspetos que deviam ser alvo de registo:

Carla - Vamos continuar o guião... o que é que nós vimos quando montámos isto? A água estava salgada? E o gelo estava derretido?

Aluno/a - Sim, tínhamos água salgada.

Carla - A tigela estava molhada ou não?

Aluno/a - Não.

Carla - E aqui o copinho, estava seco ou molhado?

Aluno/a - Seco

Carla - Estão todos a falar, têm que estar em silêncio. Escrevam lá, água salgada, gelo com corante estava inteiro e a tigela estava seca.

(...)

Carla - A., vê como é o nível da água.

[o aluno vai medir com uma régua o nível da água]

Carla - Portanto mais ou menos 2 cm. Escrevam que o nível da água era mais ou menos 2 cm. (NC).

A Carla tentou explorar alguns procedimentos que antecederam a construção da maquete, nomeadamente, a formação dos cubos de gelo colocados no recipiente que simulava a camada da atmosfera com temperaturas mais frias. Durante este diálogo foi possível explorar a razão subjacente à coloração dos cubos de gelo mas tornou-se igualmente notória a dificuldade, por parte de alguns alunos e algumas alunas, em compreender o processo de solidificação:

Carla - S. como é que nós formamos o gelo?

Aluno/a - Ele derrete.

Carla - Não, como é que formamos gelo, M..

Aluno/a - Metemos água no congelador

Carla - Olha, as temperaturas no congelador são altas ou baixas?

Aluno/a - Baixas.

Carla - No congelador a temperatura é muito baixa e se colocarmos as cuvetes com água...

Foi o que eu fiz para formar o gelo. Coloquei água no estado líquido e corante de cor verde.

Aluno/a - Porque é que não podia ser azul?

Carla - Podia... eu coloquei corante verde para perceberem de onde vem a água da tigela.

(...)

Aluno/a - Temos um copo com água e se tivermos baixas temperaturas torna-se em gelo.

Carla - Não estou a perceber.

Aluno/a - [repete o que tinha acabado de dizer]

Carla - Têm que estar a temperaturas muito baixas, abaixo de zero graus.

Aluno/a - 0,5?

Carla - Não! Temperaturas negativas. (NC).

Trinta minutos após a construção da maquete, procedeu-se a uma nova observação, tendo a Carla solicitado aos alunos e às alunas que visualisassem a parte inferior da tigela. Durante este período, algumas crianças evidenciaram dificuldades em efetuar uma descrição rigorosa das observações, expressando as suas previsões, que pareciam ganhar consistência, em lugar das observações. Apesar da intervenção da Carla, no sentido de corrigir estas situações, não foi promovida uma discussão sobre a diferença entre uma previsão e uma observação. No preenchimento da tabela, a Carla assumiu o papel de transmissora utilizando ferramentas retóricas tradicionais:

Aluno/a - Já é hora?

Carla - Pois é! Têm que ver por baixo da tigela.

Aluno/a - ahhhh, está bué

[as crianças estão a ver e a tigela está a passar de mão em mão]

(...)

Carla - O que é que vamos colocar aí onde diz 30 minutos? Por baixo da tigela.

Aluno/a - Está a chover.

Carla - Já está? Ainda não! O que é que nós vemos?

Aluno/a - Parecem borbulhas.

Carla - São gotinhas.

Aluno/a - Vai chover.

Carla - Sim, nos 30 minutos o que é que nós vamos colocar? O que é que observas?

Aluno/a - Gotículas de gotinhas.

Carla - Grandes ou pequenas? Aos 30 minutos – escrevam – nós vemos gotículas, o nível de água ainda não baixou. A seguir ao intervalo nós provavelmente vamos chegar aqui e vamos ver algumas gotículas a cair. (NC).

Após o registo das observações, a Carla foi questionada por algumas crianças, sobre o que iria acontecer na maquete. Em vez de responder às questões que lhe iam sendo colocadas, a Carla formulou novas questões, o que contribuiu para a exploração dos fenómenos em estudo, tal como é evidente no seguinte episódio:

Aluno/a – E isto vai ser um lago?

Carla - De água doce ou salgada?

Aluno/a - Porque o corante tem açúcar ... isto vai ser água doce.

Carla - A água que aparece na tigela é a água do mar? O mar tem água doce ou salgada?

Aluno/a - Salgada.

Carla - Eu vou levantar isto – de que cor é esta água?

Aluno/a - Branca.

Aluno/a - Transparente.

Carla - Acham que é a mesma água? Como estão a ver estão a cair algumas gotículas, o que estamos a simular?

Aluno/a - É a chuva. (NC).

A infiltração da água foi igualmente focada pela Carla através da formulação da seguinte questão: “se eu não tivesse o copinho [referindo-se ao copinho que se encontrava por debaixo do recipiente com os cubos de gelo], quando a água do mar caísse o que é que aconteceria?” (NC). De seguida, a Carla volta a realizar a viagem ao longo do ciclo da água, utilizando a mesma lógica discursiva:

Aluno/a - Passa pela terra.

Carla - Que nome tem isso?

Aluno/a - Infiltração.

Aluno/a - A areia é feita de quê?

Aluno/a - É um solo.

Carla - São muitas rochas pequeninas, a areia não tem sal. Já perceberam? O que é que aconteceu à água do mar?

Aluno/a - Evapora.

Carla - Atinge temperaturas mais frias e dá-se o nome de?

Aluno/a - Condensação.

Carla - Gotículas muito carregadas e ocorre a preci...

Aluno/a - Precipitação!

Carla - Se não houvesse copinho a água.

Aluno/a - Infiltrava-se. (NC).

Concluída a viagem, os/as alunos/as regressaram ao seu lugar e, à medida que a Carla ia desenhando o ciclo da água no quadro, solicitava a designação dos processos ilustrados terminando: “meninos, é o ciclo da água. Meninos, como não vão levar a ficha para casa vão passar o desenho para poderem estudar” (NC).

Após a aula a Carla fez uma avaliação pouco positiva da atividade dinamizada. Um dos aspetos mencionados, para justificar esta avaliação, prendeu-se com o desconhecimento dos/as alunos/as sobre as propriedades da água e suas mudanças de estado, informações que a Carla não possuía aquando da planificação da mesma:

Percebi que os alunos não tinham os conceitos bem desenvolvidos (...) de modo a perceberem cada um dos processos individualmente (solidificação, precipitação, condensação, evaporação, ebulição, fusão), o que se tornou um obstáculo na compreensão deste ciclo. (Rf).

Durante a reflexão a Carla sugeriu estratégias que poderiam ter sido implementadas de forma a contornar o problema identificado, caso não existissem constrangimentos temporais:

A fragilidade da atividade apresentada poderia ser colmatada se os alunos tivessem tido oportunidade de observar, questionar e compreender cada um dos fenómenos de mudança de estado físico e respetivos fatores de influência, através de outras atividades práticas e experimentais anteriores à observação do Ciclo da Água (...). Contudo, por não haver tempo suficiente para se estudar cada fenómeno e por ser uma das temáticas da prova de escola, optámos por realizar esta estratégia que julgámos ser a mais eficaz para os objetivos pretendidos. (Rf).

Tal como foi notório durante a descrição desta atividade, as questões de natureza organizacional e comportamental influenciaram de forma significativa o desenrolar da atividade. Este mesmo facto foi igualmente referido pela Carla durante a sua reflexão:

Por querer explicar tudo naquele momento e pelo comportamento dos alunos, não permiti que os alunos explorassem e percebessem por si próprios os fenómenos do Ciclo da Água. Assim, não foi dada aos alunos a oportunidade de descoberta, pois não coloquei perguntas “abertas”... Desta forma, os alunos também não tiveram liberdade para raciocinar por si próprios (...). No futuro será necessário, enquanto docente (...) ter em atenção este aspeto e desenvolver estratégias que permitam aos alunos construir o seu próprio conhecimento de uma forma progressiva e continuada. (Rf).

Também a preparação científica foi apontada pela Carla como um aspeto relevante para explicar o desenvolvimento da atividade:

A minha preparação científica não foi a suficiente, o que me fez sentir mais insegura e afetou a minha postura e à vontade na sala de aula (...). Deste modo, apesar de me ter preparado cientificamente, esta preparação não foi suficiente para fazer uma exposição adequada dos conteúdos em causa. No futuro, será importante trabalhar mais esta fragilidade. (Rf).

Procurando evidências de um ensino por investigação

O envolvimento em questões com uma orientação científica, um aspeto fundamental num ensino por investigação, não foi observado nas aulas da Carla. Nem nos guiões, nem durante a discussão em sala de aula, a Carla formulou ou pediu às crianças que formulassem questões orientadoras do trabalho a desenvolver. Contudo, a finalidade e o sentido da atividade foi explicitada, quer verbalmente pela Carla, quer através da leitura do guião: “Acabámos de ver que existem diferentes tipos de solo. Vamos agora verificar quais são e que características têm” (guião); “Nós agora vamos ver se a água passa ou não pela terra, pelos diferentes tipos de solo” (NC); “Vamos agora observar algumas das mudanças de estados físicos da água e seu percurso pela atmosfera e solo” (guião).

Relativamente ao segundo aspeto essencial de um ensino por investigação, nomeadamente, a necessidade de dar prioridade às evidências, o cenário não foi substancialmente diferente, dado que os/as alunos/as, na maioria das vezes não foram envolvidos na definição dos aspetos que deveriam ser contabilizados como evidência, nem na planificação da recolha dos dados.

A sessão sobre as características dos solos foi, entre as aulas observadas, a única em que todos/as os/as alunos/as tiveram a oportunidade de explorar diretamente os materiais em estudo. A definição das características que deveriam ser alvo de observação (cor, cheiro e textura) foi previamente explicitada pela Carla, sem intervenção dos/as alunos/as. Contudo, verificou-se que nem sempre as indicações fornecidas foram suficientes, nomeadamente, no que concerne à textura. A utilização de diferentes termos, como por exemplo, “duro”, “mole”, “fofinho”, “maleável” e “fragmentado”, para caracterizar esta propriedade dos solos, acabou por conferir pouca orientação. Para além disso, nalgumas situações as evidências foram fornecidas oralmente pela Carla. Por exemplo, após perceber que vários/as alunos/as indicavam que o solo argiloso não cheirava a nada mencionou que, caso fosse molhado, teria cheiro a barro, sem dar oportunidade aos alunos e às alunas para realizar esse procedimento. Para além disso, o aparecimento de registos diferentes sobre o mesmo tipo de solo não incentivou a promoção de uma discussão, em grande grupo, nem a reavaliação das amostras. Desta forma, a aceitação dos registos foi essencialmente moldada pela autoridade da futura professora.

Importa ainda referir que, apesar dos/as alunos/as terem trabalhado em grupo durante o estudo dos solos, frequentemente não pensaram em grupo. Por exemplo, perante dificuldades ou ideias divergentes no seio do grupo, os/as alunos/as solicitavam a ajuda da Carla que, prontamente dava a resposta. Ao adotar um papel muito diretivo e autoritário, a intervenção da Carla não promoveu o envolvimento dos/as alunos/as na resolução das dúvidas e controvérsias o que minimizou as potencialidades que são inerentes ao trabalho de grupo.

Na entrevista sobre a prática, a Carla revelou alguma surpresa relativamente às dificuldades demonstradas pelos/as alunos/as. Reconheceu que eles/as: “não tinham a noção do que era o cheiro a barro, não tinham noção do que era maleável e não maleável, e acabei por ser um bocado assertiva” (Ep). Apesar de ter reconhecido estes fatores, como determinantes para o desenrolar da atividade, a futura professora referiu que os aspetos de natureza comportamental e, acima de tudo, a necessidade de cumprir a planificação tinham condicionado a sua ação na sala de aula, indicando que: “estava mais preocupada em cumprir com aquilo que tinha planeado” (Ep).

Na atividade sobre a permeabilidade dos solos, à exceção de algumas crianças selecionadas pela futura professora, que tiveram oportunidade de colaborar na execução do procedimento, a grande maioria dos/as alunos/as teve um papel passivo. Segundo a Carla esta opção resultou de dois aspetos distintos: “como envolvia água, e

como eles tinham que controlar variáveis, e como eu não sabia do que eles eram capazes de fazer nesse aspeto, para não haver, digamos assim confusão, optei por fazer daquela forma” (Ep).

Após a leitura do procedimento presente no guião, a Carla colocou algumas questões que visavam orientar os/as alunos/as sobre a natureza experimental da atividade. No entanto, esta discussão centrou-se na identificação e compreensão das variáveis a manter não tendo havido um esforço no sentido de identificar a variável a manipular (variável independente).

A própria definição das observações a realizar foi feita pela Carla sem a participação dos/as alunos/as: “vamos ver quanto tempo [a água] demora a passar e como passa no gargalo” (NC). Importa ainda referir que, tal como é possível constatar na Figura 19, o guião da atividade apresentava apenas o registo dos dados não havendo nenhum espaço destinado à organização dos mesmos em tabelas ou gráficos, um aspeto fundamental para identificar padrões e regularidades nos dados. Os problemas relacionados com a gestão do tempo foram, uma vez mais, referidos pela Carla para justificar as suas opções: “estava muito condicionada pelo tempo, optei por ser mais assertiva, foi a questão do tempo” (Ep).

Quanto ao estudo do ciclo da água o cenário foi bastante semelhante. A seleção dos aspetos a registar, após a construção do modelo, foi feita recorrendo a um discurso de natureza interativa/não dialógica tendo-se transformado, em virtude de questões de natureza comportamental, num discurso não interativo, em que a Carla ditou os registos que os/as alunos/as deviam escrever na tabela presente no guião.

Para orientar a atenção dos/as alunos/as para a necessidade de se medir o nível da água no estado líquido, a Carla adotou outra estratégia, pedindo, em primeiro lugar, que os/as alunos/as realizassem uma previsão sobre o que iria acontecer a essa água. No entanto, acabou por não esclarecer, de forma explícita a relação entre a previsão que os/as alunos/as realizaram e a necessidade dessa medição:

Carla - Eu tenho aí no guião que vamos ter que observar ao [fim] de 30 minutos, um dia e passado dois dias. O que é que acham que vai acontecer à água?

Aluno/a - Vai diminuir.

Carla - Porquê?

Aluno/a - Porque desaparece.

Carla - Porque evapora! Com temperatura ambiente a água vai evaporando. A., vê como é o nível da água

[o A. vai medir com uma régua o nível da água]

Carla - Portanto mais ou menos 2 cm. Escrevam que o nível da água era mais ou menos 2 cm.

Aluno/a - Pode repetir?

Aluno/a - Professora é em cm ou em mm? (NC).

Portanto, os dados a recolher, bem como a forma de os obter, foi uma tarefa dirigida pela Carla, em que os/as alunos/as tiveram um papel passivo.

A construção de explicações, baseadas quer no conhecimento prévio dos/as alunos/as, quer em evidências recolhidas, foi igualmente pouco evidente nas práticas pedagógicas da Carla, em grande medida, devido às práticas discursivas adotadas pela participante. Por exemplo, o diagnóstico das ideias prévias sobre os solos foi realizado através do recurso a questões de natureza genérica como “o que é que vocês sabem sobre o solo?” ou “mais [o que sabem mais]?”. Durante esta fase, a interação estabelecida foi essencialmente diretiva tendo a Carla recorrido a diferentes estratégias para induzir os/as alunos/as numa determinada linha de raciocínio, nomeadamente: 1) adicionando informação à resposta dada pelo/a aluno/a; 2) mudando o foco da discussão sem a exploração da resposta dada; 3) questionando os/as alunos/as sobre a resposta dada quando a mesma não ia ao encontro do esperado; 4) realizando uma pergunta direta quando as respostas não abrangiam o tópico que pretendia.

Carla - Mais Leonor.

Aluno/a - Umas têm arbustos, outras não.

Carla - Têm mais raízes.

Aluno/a - Animais.

Carla - Animais vivos?

Aluno/a - Sim.

Carla - E em decomposição! Que animais?

Aluno/a - Minhoca, maria café

Carla - Olhem para aqui [e escreve no quadro]. O solo é constituído por pedras, plantas e animais e o solo, vou fazer um desenho, não tenho muito jeito... é só um desenho, não é a realidade, temos a parte de cima que chamamos húmus e é no húmus que nós encontramos o resto das plantas e animais em decomposição e mais abaixo não há animais em decomposição.

Carla - Os solos têm sempre a mesma textura?

Aluno/a - Não!

Aluno/a - Há uns que são mais difíceis.

Carla - A areia também é um solo, é constituído por quê? Muitas pedrinhas pequeninas. Onde podemos encontrar outro tipo de solo?

Aluno/a - No mar.

Carla - Sim, mais?

Aluno/a - Nas caixas.

Carla - Como?

Aluno/a - Dos animais...

Aluno/a - No meu carro.

Carla - Como?

Aluno/a - Bocados de terra.

Aluno/a - Na escola.

Aluno/a - Nos jardins.

Aluno/a - Nas florestas.

Aluno/a - Na selva.

Carla - E no deserto?

Alunos/as - Sim. (NC).

Foi no final desta discussão que foram formuladas questões conceptualmente mais exigentes, que se focavam na compreensão de determinados fenómenos, embora alguns já fora do âmbito da pedologia. Apesar da complexidade das questões, a abordagem comunicativa continuou a seguir um padrão não dialógico, baseando-se em ciclos de pergunta-resposta-avaliação:

Carla - E porque é que o solo é tão importante para o desenvolvimento das plantas?

Aluno/a - Serve como fertilizante das plantas.

Aluno/a - As raízes absorvem água que está no solo.

Carla - Muito bem. E alimentam-se a partir de água (...) e as plantas viviam sem solo?

Aluno/a - Não, morriam.

Carla - Porque é que as plantas são importantes para o Homem?

Aluno/a - Para comer.

Carla - E o que é que produzem que é muito importante para o Homem?

Aluno/a - O oxigénio

Carla - Muito bem, a partir da fotossíntese. Por isso é que o solo é muito importante para as plantas e para o Homem.

Aluno/a - Se não houvesse árvores no planeta morríamos.

Aluno/a - Se um rapaz arrancar a planta já não dá oxigénio.

Carla - (...) Bem eu agora trouxe aqui... (NC).

Após a análise dos diferentes tipos de solos fornecidos aos alunos e às alunas, a principal preocupação da Carla consistiu na obtenção da resposta correta, ou seja, que os/as alunos/as fossem capazes de identificar o nome do solo. Após a concretização deste objetivo, não houve qualquer discussão sobre as diferenças e semelhanças entre os solos, no sentido de explorar as razões que estão na génese dessas diferenças. Para além disso, e apesar de a Carla ter optado por uma classificação dos solos de natureza

eminentemente prática e associada à natureza das rochas, essa relação não foi explorada.

A Carla deu início à atividade experimental sobre a permeabilidade dos solos sem solicitar às crianças que refletissem sobre o que pensavam que iria acontecer e que fornecessem justificações para tais previsões. A ausência de mobilização dos conhecimentos e experiências decorrentes da atividade anterior, sobre a caracterização e identificação dos solos, para a antecipação dos resultados desta atividade, fez com que a coerência e o fio condutor entre as duas atividades fosse pouco visível. Após a recolha dos dados, a formulação de explicações foi igualmente pouco trabalhada. De alguma forma transpareceu a ideia que a descrição dos resultados era, para a Carla, suficiente, dando por concluída a atividade sem promover o desenvolvimento de questões que dessem sentido aos dados obtidos.

Relativamente à simulação do ciclo da água, foram poucos os momentos em que a Carla solicitou de forma explícita a formulação de explicações, quer com base nos conhecimentos prévios dos/as alunos/as, quer com base nas evidências entretanto recolhidas. No entanto, algumas explicações foram surgindo de forma espontânea por parte dos/as alunos/as ao tentarem dar significado aos fenómenos que iam observando. A Carla, perante este cenário adotou essencialmente três estratégias distintas: 1) fornecendo a explicação que considerava ser a mais científica para as situações descritas pelos/as alunos/as; 2) ignorando as questões/comentários dos/as alunos/as; 3) corrigindo os/as alunos/as.

Esta tendência foi pontualmente alterada no final do preenchimento das observações, decorridos 30 minutos após o início da atividade. De forma espontânea, os/as alunos/as começaram a problematizar o modelo, construindo previsões e questionando a Carla sobre a veracidade das mesmas. Nesta fase, a Carla respondeu às questões dos/as alunos/as, colocando novas questões que possibilitaram a exploração de raciocínios o que contribuiu para enriquecer a discussão. Em alguns momentos a Carla priorizou as evidências em relação à formulação de explicações sobre o fenómeno em estudo.

A avaliação das explicações, e a relação das mesmas com o conhecimento científico, foi também um aspeto pouco visível nas aulas observadas. Foi a autoridade que a Carla possuía, enquanto professora do grupo, o principal critério subjacente à avaliação das explicações que ia formulando.

Por fim, a comunicação dos/as alunos/as foi explorada pela Carla de forma muito superficial. Como mencionado anteriormente, a abordagem interativa de autoridade

(não dialógica) foi a mais frequente nas aulas desta participante. Por exemplo, apesar de o questionamento ter sido uma estratégia frequentemente utilizada durante os momentos de revisão e de diagnóstico das ideias prévias dos/as alunos/as, as questões colocadas foram fechadas e o diálogo estabelecido foi essencialmente entre professora-aluno/a o que impossibilitou o desenvolvimento de raciocínios.

Para além disso, não se observaram muitas situações em que os/as alunos/as foram encorajados a discutir, com os seus pares, as tarefas que estavam a realizar, nem desafiados a avaliar as explicações que iam sendo formuladas.

Em suma, a prática de ensino supervisionada da Carla não incorporou todos os aspetos de um ensino por investigação. O facto de não ter formulado questões de investigação, para as atividades desenvolvidas na sala de aula, comprometeu, de certa forma, o envolvimento dos/as alunos/as nos restantes aspetos de um ensino por investigação. Para além disso, constatou-se um direcionamento por parte da Carla pois, na maioria dos casos, os/as alunos/as não foram envolvidos na planificação da recolha de dados, na definição dos aspetos que deveriam ser contabilizados como evidências, nem na formulação de explicações. As atividades apresentaram portanto um carácter fechado, tendo sido essencialmente baseadas em guiões tipo “receita”.

Procurando evidências de um ensino sobre a natureza da ciência

Durante a análise das planificações no âmbito do Estudo do Meio, e das respetivas aulas observadas, não foram encontradas evidências de um ensino sobre a NC.

Em primeiro lugar, verificou-se uma reduzida diversidade, ao nível dos objetivos de aprendizagem formulados pela Carla. O domínio dos conhecimentos substantivos foi o mais valorizado, seguindo-se o domínio dos conhecimentos processuais, bem como o domínio do raciocínio e, por fim, o domínio das atitudes. Além disso, não foram formulados objetivos no domínio da comunicação e no domínio do conhecimento sobre a NC, o que constitui o primeiro indício da ausência da NC nas práticas desenvolvidas pela Carla. Quando solicitada a justificar as opções tomadas, ao nível dos objetivos de aprendizagem, a resposta da Carla enfatizou a importância de estes contemplarem os conteúdos presentes no programa de EM: “é o que está no programa [risos], estava no programa, e os/as professores/as na altura queriam que nós colocássemos os objetivos

que estavam escritos no programa e essa foi a principal orientação que eu tive em conta” (Ep).

Relativamente às aulas observadas, foi apenas detetado um episódio onde, de forma explícita, a Carla tentou trabalhar um aspeto da NC, mais precisamente, o significado de modelos nas ciências. Contudo, foi um episódio isolado e explorado de forma incompleta:

Tal como previamente referido, esta comparação entre o modelo utilizado e a realidade não contemplou uma discussão sobre as diferenças. Desta forma, a representatividade dos modelos, por meio de analogias, foi a única característica que mereceu reflexão, o que denota uma desvalorização das questões de natureza epistemológica, nomeadamente o facto de os modelos constituírem construções simplificadas (aproximações) da realidade em estudo. Para além disso, houve um elemento da maquete cujo paralelismo não foi explorado (o recipiente com gelo, que visa simular a camada da atmosfera com temperaturas mais baixas) e outro que foi explorado de forma deficiente (indicando que a areia representa montanhas com temperatura baixa).

O programa Ciência ao Vivo

Vivências decorrentes do programa Ciência ao vivo

Motivações e expectativas face ao programa

A partir da análise das transcrições das entrevistas foi possível constatar que o envolvimento no programa Ciência ao Vivo resultou de motivações de ordem formativa, afetiva, bem como de características singulares do programa (Tabela 22).

De uma forma genérica as participantes revelaram um grande desejo por melhorar e consolidar a sua formação. Foi notória a curiosidade, assim como o desejo por aprender mais. Segundo as participantes “é mais uma coisa para a minha formação” (Leonor, Ei) ou “formação nunca é demais” (João, Ei).

Tabela 22

Principais razões invocadas para o envolvimento no programa Ciência ao Vivo

Subcategorias		Helena	João	Leonor	Carla
Formativas	Aprender mais	✓	✓	✓	
	Relevância da formação em ciência		✓		
Afetivas	Gosto pela ciência			✓	✓
	Confiança na investigadora			✓	✓
Caraterísticas do programa	Vivenciar o trabalho dos/as cientistas	✓		✓	
	Partilha com colegas	✓		✓	

Quer a Leonor, quer a Carla, evidenciaram atitudes muito positivas face à ciência e, por essa razão, durante o ensino secundário, frequentaram o curso de Ciências e Tecnologias. De acordo com as participantes, o interesse que nutriam pela área das ciências foi o principal motivo subjacente ao envolvimento no programa Ciência ao Vivo. Contudo, este programa também suscitou interesse por parte de estudantes com um menor envolvimento afetivo. De acordo com a João “as ciências sempre foram um grande problema, desde o quinto ano, com o qual eu me debati ao longo do meu percurso escolar” (João, Ei). Apesar da postura negativa face às ciências, o gosto por

ensinar e o reconhecimento da importância de ensinar ciência constituíram as principais razões para participar no programa.

Para a Helena e para a Leonor, a oportunidade de vivenciar o trabalho dos/as cientista foi também uma das motivações para se envolverem no programa. Essa vivência foi descrita como algo inovador e perspectivada de forma muito positiva, dado que possibilitaria, nas aulas de ciências, uma descrição mais fidedigna do trabalho destes profissionais. O facto de conhecerem a investigadora e de contactarem com outras futuras professoras foi igualmente um motivo mencionado por duas participantes.

Quando inquiridas sobre as expectativas que depositavam no programa (Tabela 23), as participantes mencionaram aprendizagens ao nível dos conhecimentos substantivos, processuais e sobre a NC. No âmbito das aprendizagens sobre a NC, conhecer as características dos/as cientistas e do trabalho que desenvolvem foi o aspeto mais referido. A transferência dessas eventuais aprendizagens para a prática letiva, foi a expectativa mais comum entre as participantes: “saber que aquilo que aprendi, nestas semanas que vou lidar com os cientistas, transpor para as minhas aulas, como é que vou utilizar essas competências e essas aprendizagens e (...) trabalhá-las nas minhas aulas” (Helena, Ei). Já o desenvolvimento de atitudes positivas face às ciências foi uma expectativa apenas invocada pela João.

Tabela 23

Expectativas em virtude da participação no programa Ciência ao Vivo

Subcategorias	Helena	João	Leonor	Carla
Desenvolver conhecimento processual	✓		✓	
Desenvolver conhecimento substantivo	✓			
Desenvolver conhecimento sobre a NC	✓		✓	
Desenvolver atitudes positivas face à Ciência		✓		
Transferir a experiência para as práticas pedagógicas	✓	✓	✓	
Dificuldades em especificar as expectativas	✓	✓	✓	✓

Importa ainda frisar que, nem sempre foi fácil para as participantes descreverem, de forma detalhada, as expectativas que associavam ao programa. Nalgumas situações optaram por relatar expectativas muito genéricas, como “novas competências” (Helena, Ei) ou por expressar que “não sei” (Carla, Ei) ou “eu depois no fim eu respondo a isso” (Leonor, Ei).

Os contextos reais de ciência

Tendo por base as descrições e apreciações realizadas pelas participantes, bem como as notas de campo da investigadora, foi possível caracterizar o envolvimento e a satisfação das futuras professoras nos contextos reais de ciência, tendo por base três dimensões distintas: o envolvimento afetivo-relacional, o envolvimento epistémico e o envolvimento metodológico.

Relativamente ao envolvimento afetivo, foram identificadas semelhanças entre o contexto na área da Geologia e o contexto na área da Biologia (Tabela 24). As características pessoais e profissionais dos elementos da equipa de investigação foram, de acordo com todas as participantes, o aspeto mais relevante na edificação de um ambiente confortável e gerador de bem-estar.

Quanto à estrutura dos grupos, os dois locais de estágio evidenciaram diferenças significativas. Apesar do grupo de investigação na área da Biologia ser constituído pela Diana, responsável pela equipa, a Maria, uma estudante de doutoramento, um técnico e uma técnica do biotério, o número de interações entre os diferentes elementos da equipa foi, ao longo da colaboração, relativamente reduzido pois, nem todos trabalhavam nas mesmas instalações e porque, na última semana de estágio, a Diana deslocou-se a um congresso. Pelo contrário, no estágio na área da Geologia, a presença dos estudantes de licenciatura e as dinâmicas fomentadas pelo Frederico possibilitaram mais interações, o que permitiu a criação de uma comunidade socialmente mais integrada.

No que diz respeito ao envolvimento epistémico verificou-se que, em ambos os estágios, as participantes tiveram a oportunidade de participar em projetos investigativos reais. Em nenhum dos casos foram realizadas adaptações/reformulações ao desenho previamente traçado devido à colaboração das participantes. O facto de se tratar de um estudo autêntico, pré-definido, fez com que nenhuma das participantes tivesse um papel ativo ao nível da formulação das questões de investigação, escolha da metodologia, seleção de materiais, entre outros. Em virtude deste cenário, a investigadora Diana e o investigador Frederico desenvolveram esforços no sentido de envolver conceptualmente as participantes, no entanto, o estágio em Geologia apresentou características diferentes, quer ao nível da frequência, quer ao nível da natureza do apoio fornecido pela equipa de investigação. Em primeiro lugar, neste contexto real de ciência, o apoio e suporte conceptual não se limitou apenas à fase inicial da investigação. Durante as várias etapas do trabalho, os diferentes elementos da equipa ajudaram as

participantes a compreender a linguagem e a terminologia através da partilha de informação, de discussões sobre conceitos chave, ideias e fenómenos geológicos importantes. Em segundo lugar, em muitas situações os alunos de Geologia colocavam questões e alimentavam discussões que, mesmo sem uma intervenção direta por parte das participantes, possibilitaram a observação das relações e interações presentes numa comunidade científica. Por fim, a própria temática em estudo e a forma como foi contextualizada pelo cientista, revelou polémicas e controvérsias geológicas contemporâneas, o que permitiu ilustrar questões sobre a NC. Portanto, as relações estabelecidas com os restantes elementos da equipa e as discussões vivenciadas tornaram esta experiência bastante rica.

No caso da investigação biológica o cenário foi distinto. Com exceção de um momento inicial, o apoio prestado pela equipa, em termos conceptuais, foi bastante diminuto, tendo grande parte das atenções incidido em aspetos de natureza prática, tal como técnicas de microscopia e de manipulação de animais. Este aspeto foi bem evidente no comentário proferido pela Leonor: “fiquei com pena de não perceber... o que é que elas fizeram antes... para onde elas enviaram as coisas para serem aceites ou não... qual a razão para pegaram naquele estudo e não noutro qualquer. E depois perceber se aquilo pode ir para a frente ou não!” (Leonor, Ef).

No que concerne ao tratamento dos dados, em ambas as investigações as futuras professoras apenas participaram na análise de cariz qualitativo, realizada durante o decurso das experiências e no final das mesmas. Apesar dos dados terem sofrido posteriormente uma análise quantitativa, nenhuma participante colaborou nesse processo.

Todas as participantes revelaram dificuldades conceptuais que não foram ultrapassados no decorrer do estágio, situação que mesmo na entrevista final, continuou a ser referenciada, em particular, pela Helena e pela João.

Em termos metodológicos, todas as participantes conseguiram atingir um elevado nível de autonomia. Houve, por parte de ambos os grupos de investigação, um grande apoio ao nível da imersão das participantes em termos práticos, tanto através do esclarecimento e exemplificação de processos e procedimentos, como através da explicitação de regras e normas de funcionamento dos laboratórios. A emergência de dificuldades processuais, por parte das participantes que colaboraram no desenvolvimento de drogas antimaláricas, foi a principal diferença encontrada entre os dois locais de investigação.

Tabela 24*Semelhanças e diferenças entre os dois contextos reais de ciência*

Dimensão	Geologia	Biologia
Afetivo-Relacional	Ambiente positivo, inclusivo e participatório	
	Grande número de interações (Cientista + 4 estudantes de Geologia)	Pequeno número de interações (cientista + 1 aluno de doutoramento + 2 técnicos)
Epistémico	Os participantes foram imersos numa investigação real (não adaptada)	
	Esforço durante todas as fases da investigação	Esforço essencialmente na fase inicial da investigação
	Debates, discussões de ideias e controvérsias (cientista – estudantes de geologia)	Sem debates e discussões
	Mais dificuldades conceptuais	Menos dificuldades conceptuais
Metodológico	Participaram ativamente em diferentes processos	
	Sem dificuldades	Dificuldades diagnosticadas

Apesar de globalmente as futuras professoras terem revelado um elevado nível de satisfação, face à imersão nos contextos reais de ciência, a avaliação do envolvimento alcançado, assim como o tipo de sentimentos despoletados pela experiência diferiu entre as participantes. Por exemplo, numa linha imaginária cujos extremos correspondam a totalmente participante e totalmente observadora, quer a Helena, quer a João consideraram que uma posição intermédia era aquela que melhor ilustrava o papel que tinham desempenhado na investigação científica. No caso da investigação biológica a avaliação entre as duas participantes foi menos coincidente. Por um lado, a Leonor considerou ter tido um papel ativo, principalmente no biotério. Já a Carla considerou ter sido uma *outsider* na investigação. Em grande medida essa avaliação resultou da sua perspetiva de que, para ser uma participante ativa, seria necessário ter colaborado na fase inicial de planificação da atividade investigativa. Em todas as situações as participantes mencionaram, tal como expectável, que o conforto foi aumentando à medida que o tempo foi passando.

Ao longo do processo investigativo a Carla manifestou, várias vezes, surpresa e admiração relativamente a diferentes procedimentos que observou e/ou executou, todavia, também reportou sentimentos menos positivos face ao trabalho desenvolvido pelas cientistas, descrevendo-o como “um bocado secante” (Carla, Ef). Já a Leonor expressou muito mais interesse e entusiasmo, relativamente à sua participação no contexto real de ciência, referindo: “na altura eu dizia logo eu vou mudar de curso, eu estava a gostar imenso daquilo, do que elas estavam a fazer” (Leonor, E2). Relativamente à Helena e à João, os sentimentos foram mais coincidentes. O peso atribuído às dificuldades conceptuais foi a principal diferença encontrada pois, enquanto a João referiu que “às vezes... sentia-me um bocadinho impotente pois não entendia a linguagem que eles utilizavam” (João, E2), a Helena verbalizou que “havia situações em que não percebia o que é que se estava a passar, mas frustrada não, e tentava sempre, dentro das possibilidades dos meus conhecimentos, tentar também perceber aquilo que na altura não percebia de todo” (Helena, E2).

A própria forma como as participantes descreveram os contextos reais de ciência denotam avaliações distintas quanto à riqueza das experiências. Segundo a Leonor e a Carla, o trabalho desenvolvido na investigação biológica foi pouco rico, no que concerne à possibilidade de vivenciar o espírito da comunidade científica, quando comparada com a investigação na área da Geologia.

Foram ainda observadas diferenças intimamente relacionados com aspetos de natureza didática-pedagógica. O Frederico, o cientista responsável pela investigação geológica realizou, em diferentes momentos, ligações explícitas entre o trabalho que estava a ser desenvolvido e as futuras práticas letivas das participantes. Por outro lado, a relação entre o Frederico e os alunos da licenciatura de Geologia, uma relação professor-aluno, foi igualmente valorizada. Estes aspetos foram muito menos evidentes no âmbito da investigação biológica.

Os seminários

Ao longo dos seminários, o percurso reflexivo das quatro participantes não foi idêntico. A Helena foi a participante que revelou uma maior *praxis* reflexiva caracterizada pelos seguintes aspetos: a) um elevado espírito aberto, uma vez que, ao confrontar-se com ideias diferentes das suas procurou avaliar, de forma crítica, os argumentos invocados para sustentar essas visões; b) a construção de argumentos fortemente alicerçados na

(re)interpretação da experiência investigativa; c) o desenvolvimento de raciocínios comparativos; d) um elevado esforço por refletir sobre as questões através de uma grande panóplia de perspectivas; e) um constante auto e hetero-questionamento e a verbalização dos seus raciocínios procurando tirar partido da interação do processo reflexivo. Relativamente à Helena importa ainda mencionar que esta postura não foi apenas visível nos seminários. O questionamento foi uma estratégia muito utilizada durante a construção do seu diário de bordo o que permitiu que o mesmo, ao contrário do das restantes colegas, passasse do nível descritivo para o nível interpretativo. Principalmente no diário de bordo, as expectativas que a Helena depositava no programa, em particular a transferência da experiência investigativa para as suas práticas de ensino, constituíram o principal foco das suas reflexões. No final do programa, a Helena revelou alguma admiração relativamente ao processo vivido nos seminários, uma vez que “nem estava à espera que os seminários fossem assim tão, tanta discussão, tanta reflexão, portanto eu acho que foi ótimo” (Helena, Ef).

A João teve, assim como a Helena, um forte envolvimento nos seminários. As suas intervenções apresentaram um carácter argumentativo e avaliativo, o que permitiu que os seus raciocínios e visões fossem audíveis. Para contextualizar as reflexões, a João recorreu às vivências investigativas, assim como às suas experiências pessoais e académicas, em especial, resultantes da formação inicial de professores/as. Principalmente nos aspetos da natureza do conhecimento científico, em que a João apresentava uma visão mais ingénua, foi evidente algum conflito entre as suas experiências pessoais e crenças e os argumentos construídos pelas colegas. Perante estas situações a João desenvolveu diferentes abordagens: a) em função da contra-argumentação das colegas e da avaliação da mesma, foi reformulando o seu discurso; b) tentou dar sentido às informações relatadas sem abandonar as suas crenças; c) realizou sínteses das ideias discutidas, bem como, uma avaliação do processo reflexivo desencadeado. Contudo, nalgumas situações, a João desenvolveu raciocínios pouco claros, em grande medida, fruto de uma utilização polissémica de determinados conceitos, como “teoria” e “prova”.

Durante os seminários, o envolvimento da Carla foi mais modesto e tímido tendo desenvolvido raciocínios de natureza essencialmente convergente e avaliativa, pois: a) realizou poucas intervenções de natureza espontânea, sendo necessário uma solicitação explícita para que contribuísse para a discussão; b) as suas intervenções, habitualmente, refletiam concordância com as ideias veiculadas pelas colegas, com pouco desenvolvimento argumentativo. Nalgumas situações, as suas visões variaram

num curto espaço de tempo, em função da perspectiva que estava a ser discutida. No entanto, as intervenções da Carla aumentaram significativamente no seminário sobre as diferenças entre as teorias e as leis e nos dedicados à discussão de aspetos de natureza didática. Por exemplo, perante o aparecimento de ideias divergentes, passou a verbalizar as suas questões e dúvidas, e a solicitar uma melhor explanação dos argumentos e raciocínios realizados pelas colegas.

A Leonor teve uma presença mais intermitente nos seminários, dado que não foi possível comparecer a dois deles. Nos seminários dedicados aos aspetos sobre a ciência a Leonor fez uso, ainda que de forma diminuta, do contexto real de ciência onde tinha estado a colaborar. Em particular, quando a visão das colegas não era coincidente com a sua, optou por diminuir as suas intervenções adotando o papel de ouvinte e interpelando as colegas para explicitarem melhor os seus argumentos. Relativamente aos seminários dedicados ao ensino-aprendizagem das ciências a Leonor foi muito mais ativa, tendo contribuído com as suas opiniões e com vários exemplos dos estágios realizados nas escolas.

Embora o percurso reflexivo das futuras professoras não tenha sido idêntico, todas as participantes teceram apreciações bastante positivas sobre os seminários. Na opinião das participantes os seminários constituíram momentos importantes para promover a partilha de ideias e a reflexão através da comparação, debate e exploração de visões sobre a ciência, o ensino e a aprendizagem das ciências. Para além desta apreciação, de cariz mais holístico, as futuras professoras fizeram referência a características específicas dos seminários como tendo sido positivas: a interatividade do processo; a reflexividade do processo; a reflexão como uma ferramenta necessária para dar sentido às experiências vividas; e a possibilidade de conhecer contextos diversos.

A interatividade do processo vivido. A partilha de ideias e vivências foi um aspeto muito valorizado nos seminários, ou seja, as participantes perspetivaram o desenvolvimento de estratégias reflexivas, baseadas na interação e no espírito colaborativo, como um aspeto benéfico. Essa importância é bem evidente nos seguintes excertos: “a parte da comunicação, de comunicarmos umas com as outras, foi mesmo importante (...) eu acho que foi a partilha, o facto de nós estarmos ali todas juntas... acho que a partilha foi muito boa” (Leonor, Ef); “discutirmos entre nós, trocarmos opiniões, e refletirmos” (Carla, Ef); “e a discussão umas com as outras e consigo, eu gostei muito, mesmo, as minhas emoções foram ótimas” (Helena, Ef).

A reflexividade do processo vivido. Segundo as participantes os seminários foram o local primordial para o desenvolvimento de uma postura mais crítica e reflexiva sobre a ciência e o ensino das ciências, uma vez que “fez-nos pensar imenso” (Helena, Ef). A complexidade do processo reflexivo não só foi evidente ao longo das sessões, como foi valorizada na entrevista final. Por exemplo, segundo a Leonor “depois na parte dos seminários, era onde fazia umas perguntas um bocado esquisitas, não é, mas que nos baralhava, e ao mesmo tempo que nos baralhava, fazia-nos refletir e, ao mesmo tempo, criar a nossa parte crítica” (Leonor, Ef). Importa ainda mencionar que, para as participantes, as discussões nos seminários não visaram a construção de consensos pois “muitas vezes não chegávamos a uma conclusão” (Helena, Ef).

A reflexão como uma ferramenta necessária para dar sentido às experiências vividas. Principalmente para a Helena e para a João, os seminários constituíram um complemento importante aos contextos reais de ciência, tendo permitido dar sentido às vivências investigativas. A relação complementar e profícua, entre a experiência investigativa e os seminários, é bem ilustrada pela Helena ao comparar os dois componentes do programa: “no contato com os cientistas estávamos a observar... estávamos no contato direto com a ciência, estávamos a observar” (Helena, Ef) enquanto “nos seminários, discutíamos realmente sobre aquilo que se ia passando... refletíamos sobre isso, sobre o que víamos, sobre o que escrevíamos no diário” (Helena, Ef). Também a João fez referência à importância dos seminários como um dispositivo fundamental para dar significado às experiências investigativas ao indicar que “os seminários realmente serviam para nós refletirmos e pensarmos sobre o que estávamos ali a fazer” (João, Ef). A este nível, foi curiosa a comparação estabelecida pela participante entre a lógica utilizada na formação inicial de professores/as e a adotada no programa: “é como dizem os professores aqui na ESE, estamos a dar estes conhecimentos todos, quando forem para a prática começa a fazer sentido, aqui é um bocadinho ao contrário, estamos na prática mas precisamos do suporte da reflexão para fazer sentido” (João, Ef). Contudo, esta percepção foi menos audível no discurso da Leonor e da Carla.

A possibilidade de conhecer contextos diversos como promotora da reflexão. A diversidade dos contextos foi igualmente um aspeto valorizado pelas participantes. Segundo a João, “é bom os diferentes locais de estágio, os temas abordados serem tão diferentes, aí dá-nos logo diferentes perspetivas, acho que isso foi muito importante” (João, Ef). Na perspetiva da Leonor “depois estivemos em situações diferentes mas que se podiam relacionar umas com as outras, então não eram coisas estanques, tanto eu

como a Carla podíamos falar, mas a Helena e a João também podiam intervir, sendo que tivemos em situações completamente diferentes” (Leonor, Ef).

Avaliação global

Segundo as participantes o programa Ciência ao Vivo permitiu o desenvolvimento de aprendizagens a diferentes níveis (Tabela 25). Em virtude da imersão no contexto real de ciência, as participantes reportaram aprendizagens ao nível dos conhecimentos substantivos e, acima de tudo, ao nível dos processos. Foram igualmente referidas aprendizagens sobre a NC, em particular, relacionadas com o desenvolvimento de uma nova imagem dos/as cientistas e do trabalho que realizam. Principalmente para a Helena, Leonor e João, quer a experiência investigativa, quer os seminários contribuíram também para incrementar o interesse e entusiasmo face às ciências. Para a Carla e para a Leonor o programa e, em particular os seminários, foram igualmente úteis para promover a reflexão e o espírito crítico. Aprendizagens de natureza didática-pedagógica foram mencionadas mas, de forma explícita, apenas pela Helena e pela João.

A Helena e a João indicaram que o programa superou, em parte, as expectativas inicialmente criadas. No entanto, a Leonor e a Carla, não se sentiram à vontade para realizar esta avaliação em virtude das poucas expectativas diagnosticadas antes do envolvimento no programa.

Tabela 25

Aprendizagens reportadas pelas participantes em virtude do programa Ciência ao Vivo

Subcategorias	Helena	João	Leonor	Carla
Associadas aos conhecimentos processuais	✓	✓	✓	✓
Associadas aos conhecimentos substantivos	✓	✓	✓	✓
Associadas aos conhecimentos sobre a NC	✓	✓	✓	
Associadas às atitudes face à Ciência	✓	✓	✓	
Associadas à reflexão e espírito crítico			✓	✓
Associadas a questões didático-pedagógicas	✓	✓		

Quanto ao aspeto mais relevante do programa, foram detetadas diferenças claras entre as participantes que colaboraram na investigação geológica e biológica. A Helena e a João, destacaram aspetos intimamente relacionados com o contexto real de ciência, respetivamente, a possibilidade de visualizar *in loco* o trabalho do cientista, e passar a perspetivar estes profissionais como um recurso benéfico no ensino das ciências. Para a Leonor e para a Carla, a reflexão promovida nos seminários constituiu o aspeto mais importante do programa, dado que contribuiu para partilhar experiências e promover o sentido crítico das participantes.

Impacto do programa nas conceções

Conceções sobre a natureza da ciência

No início do programa, todas as participantes evidenciaram visões ingénuas relativamente a diferentes aspetos da natureza do conhecimento científico (criatividade; subjetividade; natureza tentativa; natureza empírica; influências sociais e culturais; diferenças entre teorias e leis). A Helena e a Carla expressaram visões ingénuas ou limitadas em 5 dos 6 aspetos analisados, João em 4 e a Leonor em 1. As diferenças entre as teorias e as leis, bem como, o carácter subjetivo foram os aspetos em que mais participantes revelaram conceções mais ingénuas (Tabela 26).

Relativamente à natureza das metodologias científicas (validade das disciplinas baseadas na observação; método científico; objetivo e estrutura geral das experiências) e, apesar da diversidade de percursos ao nível do ensino secundário, todas as participantes revelaram, inicialmente, ideias ingénuas. Por exemplo, acreditavam que fazer ciência correspondia à realização de um conjunto ordenado de passos e regras ou à implementação de um método estruturado, sistemático e rígido, e que as experiências eram necessárias para o desenvolvimento do conhecimento científico. Para além disso, caracterizavam as experiências científicas de forma muito geral não referindo explicitamente a sua natureza controlada ou manipulativa.

Mesmo após a imersão nos contextos reais de ciência as visões das participantes, sobre a natureza do conhecimento e das metodologias científicas, permaneceram inalteradas. Foi particularmente interessante notar que duas participantes, a Helena e a João, que apresentavam conceções iniciais diferentes, relativamente às influências sociais e

culturais na construção do conhecimento científico reforçaram as suas visões durante o mesmo estágio:

Não, a minha opinião mantém-se. Continuo a considerar que a Ciência é universal, pelos mesmos motivos, isto é, a Ciência procura sempre encontrar uma resposta às suas questões-problema que seja fidedigna e comprovável. Durante o estágio com o Frederico pude confirmar esta minha ideia inicial, uma vez que, em conversa, o mesmo afirmou que só acreditava na Ciência e naquilo que poderá advir desta. (Helena, Q2).

A minha opinião relativamente a esta questão mantém-se. Uma das questões que o nosso estudo/experiência pretende responder é: como é possível que o terramoto de 1755 tenha durado 15 minutos numa zona onde, do ponto de vista geológico, não é provável? Assim sendo, um dos pontos de partida da experiência baseia-se num relato histórico, tendo um valor histórico e social. Claro que o resultado final é baseado nas experiências feitas, experiências estas com caráter científico. Mas tal como afirmei na minha resposta anterior, a ciência não existe por si só. (João, Q2).

No entanto, durante e após os seminários, foram detetados desenvolvimentos em todas as participantes. A Helena e a Carla evidenciaram desenvolvimentos em 5 aspetos sobre a NCC, enquanto a João e a Leonor em 4. A Helena foi a participante cujos desenvolvimentos foram mais significativos. O caráter tentativo do conhecimento científico foi a característica do conhecimento científico onde todas as participantes revelaram conhecimentos mais profundos.

Relativamente à natureza das metodologias científicas, quer a Helena, quer a Leonor, revelaram visões informadas. Os desenvolvimentos da João, e da Carla, foram mais modestos pois, por um lado, continuaram a revelar dificuldades em expressar a estrutura e o objetivo das experiências científicas e, por outro lado, apesar de contemplarem uma maior pluralidade de metodologias científicas, continuavam a depositar maior confiança nas metodologias de natureza experimental.

No cômputo geral é de salientar que todas as participantes passaram a revelar visões informadas ou parcialmente informadas sobre praticamente todos os aspetos explorados.

Em termos das fontes invocadas para as mudanças ou para o reforço das ideias iniciais, foram encontradas diferenças entre as participantes (Tabela 27). A Helena justificou as mudanças essencialmente através da conjugação dos seminários e do estágio onde esteve imersa. A Leonor também referiu, maioritariamente, os seminários e o estágio, embora tenha mencionado muitas situações críticas que ocorreram no estágio de

Geologia. A João fez referências mais diversas, nomeadamente, apenas os seminários, apenas o estágio de Geologia, a conjugação dos dois e, finalmente, outras referências, especialmente relacionadas com a formação inicial de professores/as. A Carla apenas mencionou os seminários.

Globalmente, o estágio de Geologia foi o contexto mais invocado para a reflexão, especialmente para justificar aspetos relacionados com o carácter empírico, tentativo, criativo e subjetivo do conhecimento científico. Para além disso, as diferenças entre as teorias e as leis foi o único aspeto que, de acordo com as participantes, não foi visível de forma explícita em nenhum estágio. Apesar de se esperarem apenas fontes relacionadas com os diferentes componentes do programa Ciência ao Vivo, a João mencionou outras razões. Relativamente a alguns aspetos analisados, a sua experiência educacional, em especial na formação inicial de professores/as, foi mais preponderante do que a experiência vivida no programa.

O seminário foi, portanto, o elemento do programa mais referido pelas participantes para a construção de visões informadas sobre a natureza do conhecimento e das metodologias científicas. Entre as estratégias adotadas durante os seminários, a leitura das respostas dadas no Q1 mostrou ser um momento muito significativo. Ao aperceberem-se de outras perspetivas sobre a NC, as participantes passaram a questionar as suas próprias conceções e as conceções das colegas e passaram a analisar as atividades investigativas nas quais tinham estado a colaborar com outra postura, o que contribuiu para incrementar a discussão. A utilização de excertos dos diários de bordo foi igualmente identificada como uma estratégia útil para fomentar a reflexão. Segundo a Leonor “acho que a parte do diário de bordo foi giro, pois a professora pegou naquilo e pôs-nos a refletir a partir das nossas próprias respostas, portanto acho que essa parte foi boa” (Leonor, Ef).

Tabela 26*Alterações nas concepções sobre a natureza do conhecimento científico*

Aspetos	Geologia						Biologia					
	Helena			João			Leonor			Carla		
	Pre	Pos	Fonte ^a	Pre	Pos	Fonte ^a	Pre	Pos	Fonte ^a	Pre	Pos	Fonte ^a
Criatividade e imaginação	++	++	SE _g	-	+	E _g	++	++	SE _g	-	+	S
Influência social e cultural	--	-	SE _g	+	+	S	+	++	SE _b	+	+	S
Referenciais teóricos e subjetividade	-	++	E _g	-	++	S	+	+	SE _g	--	+	S
Caráter tentativo	-	++	SE _g	+	++	SE _g	+	++	SE _g	-	+	S
Teorias e Leis	--	++	S	-	-	O	--	++	S	--	-	S
Caráter empírico	-	++	SE _g	-	+	SE _g	+	++	SE _b	-	+	S
Total (+) ou (++)	1	5		2	5		5	6		1	5	

(- -) ingénua | (-) limitada | (+) parcialmente informada | (++) informada

^a S - Seminário | E_g– Estágio em Geologia | E_b– Estágio em Biologia | O – Outra fonte**Tabela 27***Fontes invocadas pelas participantes para justificarem as suas concepções finais sobre a natureza do conhecimento científico*

Aspetos	Seminário	Estágio em Geologia	Estágio em Biologia	Outro
Criatividade e imaginação	3	3	0	0
Influência social e cultural	4	1	1	0
Referenciais teóricos e subjetividade	3	2	0	0
Caráter tentativo	4	3	0	0
Teorias e Leis	3	0	0	1
Caráter empírico	4	2	1	0

Os seminários revelaram ainda a importância de existirem participantes com visões diferentes sobre a NC, assim como de contextos reais com características distintas. Por exemplo, nos aspetos da NC em que as opiniões iniciais das participantes eram mais diversas, os diálogos estabelecidos apresentaram uma natureza mais rica, uma vez que se pautaram pela formulação de questões, a construção de argumentos e contra-argumentos, o desenvolvimento de raciocínios divergentes e a sua avaliação. Relativamente à validade das investigações não experimentais, a intervenção da Andreia, a participante que colaborou inicialmente numa investigação na área das pescas, foi extremamente importante para a reconstrução de algumas conceções sobre a importância das investigações de natureza mais descritiva. Sem a descrição deste contexto real de ciência, as participantes poderiam ter formulado, a partir das suas vivências investigativas, generalizações abusivas sobre a necessidade do conhecimento científico requerer sempre experimentação.

No que concerne ao trabalho e à imagem dos/as cientistas, o cenário foi relativamente diferente, uma vez que as mudanças ocorreram independentemente dos seminários, ou seja, o contexto real de ciência foi o principal contexto utilizado para reforçar ou alterar as visões das participantes.

O carácter fortemente colaborativo do trabalho dos/as cientistas foi um aspeto surpreendente para praticamente todas as participantes. Este aspeto é curioso, uma vez que, antes do envolvimento do programa, algumas das participantes não consideravam tratar-se de uma atividade solitária. Ainda assim, ficaram bastante surpreendidas com o nível de colaboratividade inerente ao trabalho dos/as cientistas. A observação das dinâmicas estabelecidas nos contextos reais de ciência e as referências explícitas, proferidas pelo/a cientista, sobre esta característica do trabalho investigativo, foram as principais causas para esta mudança.

Para além disso, as características que associavam aos/às cientistas foi igualmente um aspeto que sofreu profundas mudanças em todas as participantes, exceto na Carla. Por exemplo, tanto a Helena, como a João, ficaram admiradas com a personalidade do Frederico. Essa admiração resultou do facto de esperarem “uma pessoa diferente, com uma personalidade diferente, mais sério, mais contido” (Helena, S_A). Também a Leonor reportou ganhos semelhantes. A visão mais humanizada dos/as cientistas foi, por isso, uma consequência direta da colaboração estabelecida. Portanto, o envolvimento afetivo-relacional dos estágio contribuiu, por um lado, para construir um ambiente agradável e, por outro lado, para que as participantes tivessem oportunidade de reconhecer características mais humanas a estes profissionais. No caso da Carla o

estágio não foi particularmente relevante pois, antes do seu envolvimento no programa, já apresentava uma imagem menos estereotipada dos/as cientistas.

Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências

Efeitos reportados pelas participantes

A perspectiva das participantes sobre a influência das experiências investigativas nas futuras práticas docentes, foi um aspeto analisado quer durante o programa, quer na entrevista final (Tabela 28).

Tabela 28

Efeitos do programa nas futuras práticas docentes

Subcategorias	Helena	João	Leonor	Carla
Maior entusiasmo por ensinar ciências	✓		✓	
Aproximar o ensino das ciências da investigação científica				
Valorizando os processos científicos	✓	✓	✓	✓
Diminuindo a componente transmissiva		✓		✓
Partindo mais do interesse e conhecimento dos/as alunos/as	✓	✓	✓	✓
Aumentando a comunicação entre os/as alunos	✓		✓	
Aumentando a abertura das atividades na sala de aula	✓			
Maior confiança na adoção de um ensino por investigação	✓			

Duas participantes, a Helena e a Leonor, reportaram um maior entusiasmo por ensinar ciências. Segundo a Leonor: “deu-me vontade de pegar no EM para tudo e mais alguma coisa” (Leonor, Ef).

Tornar o ensino das ciências mais próximo do trabalho desenvolvido pelos/as cientistas, ou seja, mais autêntico, foi um efeito do programa manifestado por todas as participantes. Segundo a Leonor: “tenho vontade ... de pô-los a trabalhar como elas [as cientistas] também trabalham” (Leonor, Ef). Para atingir esse objetivo, as futuras professoras revelaram vontade de introduzir novas estratégias e incutir novas características ao ensino das ciências. Para a João e para a Carla, o programa veio reforçar o desejo de diminuir a componente expositiva durante as aulas de ciências. O

envolvimento dos/as alunos/as, em diferentes processos científicos, como a observação, a colocação de hipóteses e a recolha de dados, e uma maior auscultação do interesse e conhecimento prévio dos/as alunos/as, foi um aspeto que o programa veio reforçar. Aumentar o tempo dedicado à comunicação entre os/as alunos/as foi igualmente mencionado pela Helena e pela Leonor.

Para a Helena, o programa contribuiu igualmente para aumentar a sua confiança relativamente ao ensino das ciências e, em particular, na adoção de um ensino com uma orientação mais investigativa, centrado nos/as alunos/as. Passou a encarar de forma diferente a possibilidade de desenvolver atividades mais abertas, menos estruturadas. Segundo a participante o “contato com a ciência e do que é realmente a ciência, fez-me perder o medo ... fez-me ter a curiosidade e se calhar a coragem de arriscar um pouco mais” (Helena, Ef). Ao constatar que “mesmo com um cientista com uma enorme experiência, as coisas correm mal, pois é mesmo assim” (Helena, Ef), a Helena passou a compreender que o processo investigativo não é linear mas sim envolto em problemas e erros. Como tal, a “tendência para desesperar quando uma atividade... corre mal” (Helena, Ef), um receio que nutria antes do seu envolvimento no programa, passou a ser desvalorizado. Também o desenvolvimento de atividades mais abertas, que contemplem mais do que uma conclusão, passou a ser encarada como uma possibilidade: “hoje em dia acho que não há problema não chegar, eu não sinto problemas de não chegar a uma só conclusão” (Helena, ICf).

O ensino por investigação

Ao analisar as concepções iniciais sobre o ensino e a aprendizagem das ciências foi possível verificar que as participantes criticaram, inúmeras vezes, o ensino tradicional, de natureza transmissiva: “não ser uma aula expositiva ou ser uma aula em que o professor diz, abram o livro na página tal, e agora vamos todos decorar quais são as rochas” (Helena, Ei); “só a exposição, a exposição só, não, não vai lá” (Leonor, Ei); “eu acho que ao nível das menos adequadas é o ficar na sala e por exemplo, é isto, isto e isto, sem podermos tocar...” (João, Ei); “uma aula expositiva e trabalho individual, porque em ciência não resulta muito bem” (Carla, Ei). A necessidade de se ter em conta os interesses dos/as alunos/as e os seus conhecimentos prévios foi, igualmente, um aspeto transversal no discurso das participantes. Para além disso, mencionaram a importância de conferir uma componente lúdica para tornar a ciência mais interessante para os/as alunos/as.

Em virtude destas ideias, as atividades práticas eram destacadas como a melhor estratégia para trabalhar ciências. Ao analisar a natureza destas atividades foi visível que as mesmas tinham uma natureza essencialmente sensorial. O trabalho de grupo e as discussões em grande grupo constituíam também estratégias relevantes no âmbito do ensino das ciências. Estes aspetos sugerem que, mesmo antes do programa Ciência ao Vivo, as participantes consideravam importante o envolvimento dos/as alunos/as no processo de ensino e aprendizagem, enfatizavam as atividades práticas e manifestam preocupação por tornar a ciência divertida. Contudo, não houve nenhuma referência explícita ou implícita a uma abordagem investigativa no ensino das ciências pois, apesar de valorizarem a recolha de dados não os utilizavam como evidências para o desenvolvimento de explicações.

É importante frisar que, mesmo após a participação no contexto real de ciência, e de terem desenvolvido uma visão mais realista da investigação científica, as futuras professoras evidenciaram problemas em definir características associadas a um ensino por investigação. Um aspeto amplamente debatido relacionou-se com a quantidade de informação fornecida ao/à aluno/a. Inicialmente, consideraram que uma investigação, no contexto de sala de aula, só seria válida se fosse totalmente aberta, ou seja, realizada pelas crianças praticamente sem intervenção do/a professor/a e, se não envolvesse apenas pesquisa bibliográfica. Contudo, após alguma discussão num dos seminários, as participantes passaram a reconhecer que uma investigação não requeria ser completamente orientada pelos/as alunos/as. Ou seja, passaram a ter uma perspetiva mais abrangente de um ensino por investigação contemplando modelos mais orientados pelo/a professor/a.

No final do programa, algumas características de uma boa aula, inicialmente referidas, permaneceram visíveis no discurso das participantes. Por exemplo, continuaram a criticar um ensino de natureza transmissivo. No entanto, foram detetadas diferenças na maioria das participantes. Por um lado, a componente lúdica deixou de ser mencionado como um fim em si mesmo, mas mais como uma condição necessária para o desenvolvimento da aprendizagem. Por outro lado, as participantes passaram a fazer referência, de forma explícita, a diversos aspetos essenciais de um ensino por investigação, o que denota uma mudança no pensamento das futuras professoras. Várias vezes, mencionaram o objetivo de tornar as atividades em sala de aula mais autênticas, ou seja, mais próximas das praticadas pelos/as cientistas. Contudo, o cenário não foi idêntico entre as participantes.

Tanto na entrevista final, como nas propostas criadas a partir dos incidentes críticos, a Helena mobilizou praticamente todos os aspetos essenciais de um ensino por investigação. A valorização do envolvimento dos/as alunos/as em questões com uma orientação científica foi muito evidente: “O ensino pela problemática em oposição de matéria, pois eu acho que assim é que se aprende a ciência, o problematizar as questões... partir de questões” (Helena, Ef); “é o problematizar, é o tentar descobrir, de uma forma ou de outra, parte-se de uma questão e tenta-se chegar a uma resposta, e utilizar essa metodologia no ensino acho que é interessante e é enriquecedor para eles” (Helena, Ef). Para além disso, o discurso desta participante refletiu uma maior preocupação com o envolvimento dos/as alunos/as na recolha de dados e no seu tratamento com vista à resolução de uma questão-problema, a valorização da partilha e confronto de ideias e o desenvolvimento da argumentação dos/as alunos/as.

A João, para além de reforçar a importância do diagnóstico das conceções prévias, tal como na entrevista inicial, passou a referir a importância de se implementarem práticas discursivas dialógicas, na sala de aula. A recolha de dados passou a ser perspectivada como uma estratégia útil para construir respostas a questões e hipóteses levantadas, tanto pelos/as alunos/as como pelo/a professor/a. Nos incidentes críticos foi igualmente visível uma diminuição da exposição por parte da João, bem como o aumento dos momentos dedicados à recolha e tratamento de dados.

Também a Leonor revelou uma orientação mais investigativa no âmbito do ensino das ciências. Segundo a própria, numa boa aula de ciências deviam ser os/as próprios/as alunos/as a investigar: “irem eles à procura das coisas, participar mesmo em tudo, na recolha, na observação, na análise” (Leonor, Ef). Passou a dar mais ênfase à voz dos/as alunos/as através de uma maior abertura das atividades e de uma maior interação entre os/as alunos/as. Nas propostas didáticas foi igualmente evidente um maior envolvimento dos/as alunos/as na recolha e tratamento dos dados.

A Carla foi a participante onde a mudança foi menos visível. O ensino das ciências, essencialmente centrado na realização de atividades práticas, de natureza sensorial, continuou patente no discurso desta participante. A descrição de uma boa aula de ciências revelou ainda uma forte preocupação por serem selecionados conteúdos que motivassem os/as alunos/as e pela utilização de recursos apelativos. Para além disso, as propostas construídas a partir dos incidentes críticos, evidenciaram um baixo envolvimento dos/as alunos/as, assim como a adoção de estratégias muito alicerçadas na exposição oral da futura professora.

Inicialmente, o ensino sobre a NC constituía uma abordagem pouco enfatizada pelas participantes. Por exemplo, quando questionadas sobre as competências que deviam ser desenvolvidas no âmbito do Estudo do Meio ou das Ciências Naturais, nenhuma fez referência ao desenvolvimento de competências neste domínio. Acima de tudo, as participantes valorizavam o “fazer” relativamente ao “pensar sobre”.

A análise dos incidentes críticos veio corroborar esta invisibilidade no pensamento das participantes. Apesar destes incidentes críticos terem sido construídos com o objetivo de realçar diferentes aspetos da NC, a abordagem realizada pelas participantes foi muito superficial. Apenas o carácter tentativo do conhecimento científico e a imagem dos/as cientistas constituíram aspetos alvo de uma abordagem mais explícita. Tendo em conta que as próprias conceções das participantes eram, à data, bastante ingénuas, o cenário não é particularmente surpreendente.

Ao longo do programa e, em particular nos seminários, verificou-se que as participantes passaram a valorizar, nas suas práticas discursivas, a importância de desenvolver um ensino sobre a NC:

Helena - Eu acho que isso [abordar a natureza da ciência] é muito importante.

(...)

Leonor - Porque a professora mete-nos a pensar.

Carla - Sim.

Leonor - E é isso que a gente tem que fazer com os miúdos.

João - É ter uma opinião, é no fundo ter uma opinião crítica, não aceitar que existe uma só resposta.

Helena - E a ciência não tem resposta para tudo, não é?

João - E não tem uma só resposta.

(...)

Helena - Mas agora com o contacto, até mesmo com os cientistas e tudo, temos outra ideia, de que realmente é importante os miúdos entenderem realmente o que é o trabalho de um cientista. (S_A).

No entanto, as participantes revelaram alguma dificuldade em indicar quais as estratégias mais adequadas para a abordagem destes aspetos. Para a Leonor, a adoção de um ensino de natureza mais investigativo seria uma possibilidade pois, para ela “só o facto de estamos a fazer experiências, atividades práticas estamos a ligar os miúdos àquilo que o cientista faz, não é?” (Leonor, S_A). Por outras palavras, acreditava que os/as alunos/as ao serem envolvidos em processos científicos, ao “fazerem

ciência”, iriam aprender sobre a ciência. Já a Helena e a João apresentaram visões diferentes, uma vez que, consideravam importante explicitar aos alunos e às alunas os aspetos em análise: “sim [é importante uma abordagem explícita], eu acho que neste caso da ciência, se calhar noutros conteúdos não, mas neste, nesta parte sim” (João, S_A). Para a João, a História da Ciência poderia ser uma ferramenta importante se acompanhada por um orientação explícita por parte do/a professor/a. No entanto, para todas as participantes, o questionamento constituída uma estratégia fundamental num ensino sobre a NC.

Na entrevista final, e ao serem novamente desafiadas a explicitar as competências a valorizar no âmbito das ciências, já foram realizadas referências explícitas à aprendizagem sobre a NC. Para a Leonor, as aulas de ciências deviam contemplar “uma parte histórica para perceberem o que é que aconteceu antes de chegar a uma certa conclusão, que houve pessoas que investigaram, que às vezes isso é um bocado descuidado” (Leonor, Ef) e “mostrar aos miúdos que os cientistas não são aquilo que toda a gente acha que são” (Leonor, Ef). O discurso da Helena também valorizou a introdução de considerações sobre a ciência, como por exemplo, “que a ciência não é estanque, pode-se problematizar, pode-se questionar, e será que é mesmo assim, será que não é, perceberem que a ciência não é certa, que não há respostas, o que hoje é uma coisa se calhar daqui a 10 anos é outra” (Helena, Ef). Para a Carla, o carácter tentativo do conhecimento científico devia constituir um objetivo a desenvolver nos/as alunos/as, como por exemplo, “saberem que a ciência está sempre em mudança, que agora é assim, mas daqui a não sei quantos anos pode ser de outra forma, são coisas que são aceites” (Carla, Ef).

A importância do ensino e da aprendizagem sobre a NC foi igualmente evidente nas propostas construídas pelas participantes a partir dos incidentes críticos finais. Em todas as participantes, o número de episódios dedicados ao ensino da NC, aumentou. Os incidentes críticos revelaram ainda que nem todos os aspetos da NC foram igualmente mobilizados pelas participantes, tendo havido um predomínio da exploração do carácter tentativo do conhecimento científico, da diferença entre observação e inferência e da imagem dos/as cientistas. No entanto, houve diferenças quanto à abordagem adotada. Tanto a Helena, como a João, utilizaram, principalmente, uma abordagem explícita e reflexiva da NC. Já no caso da Leonor e da Carla, a abordagem transmissiva foi a mais adotada. Por outro lado, durante a construção dos incidentes críticos as participantes foram revelando alguma dificuldade na tradução dos seus entendimentos em atividades específicas.

Ao longo do programa e, em particular, nos seminários dedicados à discussão de aspetos didáticos, foi possível identificar dificuldades que as participantes associavam à implementação de um ensino por investigação e de um ensino sobre a NC. Apesar de se identificarem com estas abordagens, as futuras professoras consideravam que a sua implementação era complexa e difícil, sobretudo, no âmbito da formação inicial de professores/as. Esta dificuldade resultava das características dos/as professores/as cooperantes com quem já tinham tido a oportunidade de trabalhar, dos/as professores/as institucionais e da própria organização das práticas de ensino supervisionadas. Foram ainda reportadas dificuldades intrínsecas às próprias participantes, bem como associadas ao contexto curricular português e aos alunos e alunas. Importa mencionar que, tal como no estudo desenvolvido por Abd-El-Khalick, Bell, e Lederman (1998), não será realizada, nesta fase, distinção entre os constrangimentos “reais” e os constrangimentos “percecionados” pelas participantes. Na verdade, para cada uma das participantes os constrangimentos eram reais, reportando-se a sentimentos e memórias que construíram ao longo do seu percurso na formação inicial de professores/as.

Segundo as participantes, a influência dos/as cooperantes era complexa e multifatorial. A forma como caracterizavam as práticas dos/as cooperantes é um passo essencial para desvendar essa complexidade. Na opinião destas futuras professoras, os/as cooperantes geralmente dedicavam pouco tempo à área de Estudo do Meio e atribuíam-lhe um papel secundário face a outras áreas disciplinares. A desvalorização desta área é bem evidente nos seguintes excertos: “a professora [cooperante] nem sequer dá EM, mas isso é geral, o EM para eles é a hora das novidades, é falar sobre o tempo e sobre a vida e marcar a data e o dia e ver o tempo que está lá fora” (Helena, Ef); “fica [o Estudo do Meio] para a parte da tarde porque os miúdos estão mais excitados, portanto fica para aliviar” (Leonor, S_A). Além disso, consideravam que as práticas adotadas pelos/as cooperantes, na área do EM, apresentam uma natureza essencialmente transmissiva. A este respeito, a Carla chegou a referir que: “em estágio eu nunca vi [uma atividade prática feita pelo cooperante] ” (Carla, S_B). Por fim, mesmo as práticas menos transmissivas, no âmbito da NC, não eram avaliadas de forma positiva dado veicularem uma imagem estereotipada dos/as cientistas e da ciência:

No estágio do terceiro ano (...) eles lá tinham o dia da ciência, e as educadoras super contentes a explicarem, é que nós, uma educadora mascara-se e tudo, vem de bata, com o cabelo assim à cientista maluco, com óculos, que é para eles verem que é mesmo um

cientista, lembro-me perfeitamente... ela era mulher, mascarou-se de homem, maluco.”
(Helena, S_A).

Na perspetiva das participantes, a não adoção de práticas inovadoras, por parte dos/as cooperantes, apresentava repercussões a dois níveis distintos mas complementares. Por um lado, não fornecia exemplos de como operacionalizar um ambiente educativo que refletisse as conceções que possuíam sobre o ensino e a aprendizagem e, como tal, não contribuía para incrementar o diálogo entre as conceções e a prática. Este aspeto é bem evidente no discurso da Carla: “Como é que eu vou trabalhar se eu não sei como é que se faz? Se eu nunca vi ... não sei!” (Carla, S_B). Por outro lado, o desfasamento entre as crenças e as práticas dos/as cooperantes e aquelas com as quais se identificavam parecia originar dilemas e tensões sobre qual o papel a adotar na prática de ensino supervisionada. A necessidade de não “fugir” substancialmente das práticas instituídas nas escolas foi bem patente, durante uma discussão sobre a possibilidade de convidarem um pai, ou uma mãe cientista, para ir à sala de aula falar sobre o seu trabalho:

Leonor - (...) se nós fizermos isso no segundo ciclo [convidar um pai ou uma mãe cientista] toda a gente ia olhar para nós como se fossemos um ET.

(...)

Investigadora - Um ET?

Carla - O que é que um pai vem para aqui fazer.

João - Pois é tudo muito pessoal.

Helena - A sério?

Leonor - Sim, não era mal visto, mas era uma coisa fora do vulgar.

Helena - Mas iam achar vocês ou os professores?

Leonor - Os professores.

João - Os alunos.

Carla - Os alunos acho que não.

Helena - Os alunos gostam sempre.

Leonor - Os alunos sim, os professores é que eu não sei se... (S_A).

Noutras situações, os exemplos fornecidos pelas participantes evidenciaram uma influência mais direta dos/as cooperantes nas práticas implementadas pelas futuras professoras:

Eu no segundo ciclo tive que planificar uma aula de acordo com o que a cooperante queria, eu nunca me senti tão mal a dar uma aula, ainda por cima coisas super tradicionais, ela disse, tens que fazer isto e isto. (Helena, S_B).

Segundo as participantes, a extensão dos conteúdos que, a pedido dos/as cooperantes, precisam ser contemplados nas práticas de ensino supervisionadas, associada à curta duração destes períodos, tornavam a implementação de um ensino por investigação e de um ensino sobre a NC bastante difícil durante a formação inicial. Segundo a Carla: “O tempo é muito curto, para fazer esse tipo de trabalho o tempo é muito curto” (Carla, S_B).

O papel adotado pelos/as professores/as institucionais constituía, também, um constrangimento relacionado com a formação inicial. Para a João, o facto de os/as professores/as da instituição de formação não valorizarem a NC contextualizava a não abordagem desses aspetos: “chamam-nos mais à atenção para os processos, não só na área das ciências, mas da matemática, têm-nos chamado muito a atenção para isso, para os processos, se calhar é por causa disso!” (João, S_A). No entanto, foi a atuação dos/as professores/as institucionais durante a avaliação das práticas de ensino supervisionada que mereceu maior destaque nesta categoria, em particular, o facto de serem muito críticos/as relativamente ao incumprimento das planificações:

Leonor - (...) e se por acaso as coisas forem um bocadinho diferentes.

(...)

Helena - No fim dizem, então não fizeste isto.

Leonor - Está aqui na planificação.

João - Eu acho que a questão é essa.

Leonor - Não cumpriu, estava aqui, para que é que serve a planificação?

Helena - Depois temos outros professores que dizem, a planificação vale o que vale

(...)

Leonor - (...) eu posso pensar que aquilo vai correr lindamente, chego a meio e vejo que aquilo não está a correr minimamente, eu tenho que...

Helena - Claro, não vais fazer como está na planificação.

Leonor - Mas entretanto no final pergunta, mas mudou? Era isto que estava planificado, era isto que tinha que cumprir, só no fim é que refletia, pois ainda há muitos professores cá na ESE que dizem que nós não temos a capacidade de improvisar de um momento para o outro, o que para nós é um bocado frustrante, diga-se de passagem.

(...)

João - É verdade, a mim agora aconteceu isto no segundo ciclo quando alterei a planificação.

Investigadora - Sim, mas depois justificaste e depois? Houve drama?

João - Não houve drama mas também não foi muito bem aceite.

Carla - Como somos estagiárias.

(...)

Leonor - E temos o problema de termos uma planificação à frente e se chegamos ao fim e falta um bocadinho levamos logo, ahh não fizeram tudo, portanto foram muito ambiciosas,

para a próxima não façam isso, não escrevam tudo, e pronto, enquanto que, se não tivéssemos lá ninguém se não acabo hoje tudo bem, passa para amanhã.

Carla - Exatamente. (S_B).

No que concerne aos constrangimentos de natureza intrínseca, as participantes mencionaram a in experiência ao nível da lecionação. Em virtude desse sentimento e do processo avaliativo inerente ao estágio, emergiam receios associados à adoção de abordagens menos tradicionais, como por exemplo, o receio de não conseguir gerir a turma ou de não conseguir dar respostas às dúvidas das crianças:

Helena - A ideia de não ter essa resposta preparada.

João - É um bocado assustador.

Carla - Sim!

João - Ainda para mais quando nós não temos a certeza, eu falo por mim, quando já tenho a certeza das coisas uma pessoa fica a tremer, não sei, não é por causa dos miúdos, é mais por nossa causa.

Helena - Nós também estamos numa situação muito complicada [de avaliação].

Leonor - Sim. (S_B).

Houve ainda alusão a constrangimentos associados aos/as alunos/as. O desenvolvimento cognitivo foi um aspeto essencialmente mencionado pela João e pela Leonor. Para estas futuras professoras, determinados aspetos da NC eram de difícil compreensão e, como tal, não se adequavam ao desenvolvimento das crianças do primeiro e segundo ano de escolaridade:

As questões de natureza comportamental e a falta de interesse dos/as alunos/as foram também aspetos mencionados. Neste ponto, as opiniões das participantes divergiram. Segundo a Leonor, a adoção de um ensino por investigação, de natureza mais aberta, poderia ser especialmente complexa em turmas com comportamentos desviantes e onde os/as alunos/as são menos interessados. Esta ideia ficou bem expressa na seguinte afirmação: “se for daquelas turmas em que eu chego lá e digo, vamos lá fazer isto, e eles estão a marimbar-se para aquilo, eles próprios dificultam a nossa ação” (Leonor, S_B). Comentários como “eu acho que todos [os alunos e alunas] iam adorar” (João, S_B) ou que “a curiosidade é intrínseca a todas as crianças do mundo” (Helena, S_B) evidenciam que a visão da Leonor não era partilhada pelas restantes colegas. A Helena defendeu, durante toda a discussão, a ideia de que “mesmo que seja o pior contexto do mundo e se eles tiverem curiosidade do que vai acontecer ao ovo ou à banana eles não vão [atirar nada à cara do/da colega]” (Helena, S_B).

Por fim, os constrangimentos associados ao currículo do 1º e 2º CEB foram, maioritariamente, mencionados pela João. Por um lado, realçou a ausência de referências explícitas à NC nos documentos oficiais. De acordo com a João: “e se não está propriamente escrito, assim explícito, não é um conteúdo... não é, pelo menos da minha parte, não é um conteúdo, que seja assim, o ciclo da água, um conteúdo tão visível” (João, S_A). Por outro lado, fez referência à própria natureza dos conteúdos programáticos. Na sua opinião: “os conteúdos, no 1º ciclo não vou logo para essa área, sei lá, não sinto que puxe os alunos para terem uma opinião crítica, não promove os diferentes pontos de vista sobre os conteúdos”(João, S_A).

Fruto dos constrangimentos associados à própria condição de alunas estagiárias, as participantes e, sobretudo, a Leonor e a Carla, estabeleceram uma clara fronteira entre o ensino que acreditavam ser possível implementar, no âmbito das práticas de ensino supervisionadas, e o que pretendiam adotar posteriormente: “mas agora quando tivermos a nossa turma é diferente” (Leonor, S_A); “temos muito mais tempo para conseguirmos fazer isto com eles e depois somos nós que estamos a fazer” (Carla, S_A). A Helena, pelo contrário, revelou um posicionamento mais favorável à adoção de um ensino por investigação e à abordagem de conteúdos sobre a NC, ainda durante a formação inicial.

Impacto do programa nas práticas pedagógicas

O ensino por investigação

Durante a análise das práticas de ensino supervisionadas implementadas pela Helena, pela Leonor e pela Carla, procurou-se, em primeiro lugar, encontrar evidências dos seguintes aspetos essenciais de um ensino por investigação: envolvimento dos/as alunos/as numa questão científica; priorização de evidências; formulação de explicações; articulação das explicações com o conhecimento científico; comunicação e justificação das explicações. Em segundo lugar, procurou-se determinar o nível de autonomia dos/as alunos/as em cada um desses aspetos.

O envolvimento dos/as alunos/as, em questões com uma orientação científica, foi um aspeto esporádico nas aulas da Leonor e da Carla. É curioso, uma vez que ambas identificaram este aspeto como sendo uma característica inerente ao processo

investigativo. Apenas a Helena introduziu, de forma sistemática, este aspeto na sua prática pedagógica, tendo feito um grande esforço para que fossem os/as próprios/as alunos/as a formularem as questões (Tabela 29).

A priorização das evidências foi o aspeto mais visível nas práticas de todas as participantes. No entanto, no caso da Leonor e da Carla, a determinação dos aspetos que deveriam ser contabilizados como evidências foram, muitas vezes, indicados pelas participantes sem a intervenção dos/as alunos/as. No caso da Helena, apesar de nalgumas situações ter optado por dirigir mais as atividades, noutros momentos a priorização das evidências foi realizada pelos/as próprios/as alunos/as enquanto planeavam as atividades.

O terceiro aspeto de um ensino por investigação foi, igualmente, pouco visível nas práticas de ensino da Leonor e da Carla, em grande medida, fruto da natureza das práticas discursivas adotadas pelas duas participantes. O pouco apoio na organização e tratamento dos dados indiciam que a realização de atividades práticas foi, essencialmente, perspetivada como um instrumento para a recolha de dados. Portanto, foi dada primazia à componente *hands-on*, em detrimento da construção de explicações. A avaliação das explicações, e a relação das mesmas com o conhecimento científico, foi, quer na prática letiva da Leonor, quer da Carla, pautada pela autoridade das estagiárias.

A Helena, pelo contrário, envolveu ativamente os/as alunos/as na construção e avaliação das explicações e encorajou, em diferentes momentos, o desenvolvimento de raciocínios divergentes.

A comunicação dos/as alunos/as foi explorada, pela Leonor e pela Carla, de forma muito superficial. Uma vez mais, a abordagem interativa de autoridade (não dialógica) adotada pelas participantes contribuiu para este diminuto envolvimento dos/as alunos/as. Globalmente, as questões formuladas por estas duas participantes apresentaram uma natureza fechada e o diálogo ocorreu entre a professora e os/as alunos/as. Já as práticas discursivas adotadas pela Helena possibilitaram uma grande interação entre os alunos e as alunas e a comunicação das aprendizagens construídas ao longo das atividades.

Tabela 29

Caraterização dos aspetos de um ensino por investigação nas práticas de ensino supervisionadas

Aspetos de um ensino por investigação	Helena	Leonor	Carla
Envolvimento numa questão científica	F(A/P)	E(P)	E(P)
Priorização de evidências	F(A/P)	F(P)	F(P)
Formulação de explicações	F(A/P)	E(P)	E(P)
Articulação das explicações com o conhecimento científico	F(A/P)	E(P)	E(P)
Comunicação e justificação das explicações	F(A/P)	E(P)	E(P)

A- Ausente; E-Esporádico; F- Frequente; (P) – Professora; (A) – Alunos/as

É relevante mencionar que, ainda durante o início da intervenção, a pouca abertura dos/as cooperantes, face à implementação de estratégias diferentes, começou a ser evidente no discurso de todas as participantes. Contudo, este aspeto foi particularmente audível no discurso da Leonor. Fruto dos comentários proferidos pelo cooperante, as suspeitas da participante, sobre a sua pouca abertura face a atividades mais práticas, consubstanciaram-se. A reflexão que realizou, poucos dias após o início da sua intervenção, ilustra bem a emergência de um dilema: realizar as atividades como gostaria ou como o cooperante sugeria.

A extensão dos conteúdos programáticos, um constrangimento mencionado nos seminários, foi evidente no local de estágio onde a Leonor e a Carla lecionaram. A grande diversidade de conteúdos e o curto espaço de tempo da intervenção, parece ter condicionado as atividades e as estratégias implementadas. Por exemplo, a solicitação da abordagem do ciclo da água, na véspera de uma prova do agrupamento, ilustra bem este condicionalismo. A própria futura professora, responsável por dinamizar essa sessão, invocou esta miríade de fatores na sua reflexão concluindo que, apesar das fragilidades da atividade, não foi possível encontrar outra alternativa para abordar uma tão grande panóplia de conteúdos.

O ensino sobre a natureza da ciência

Através da análise dos objetivos de aprendizagem formulados pelas três participantes, acompanhadas durante a prática de ensino supervisionada, foi evidente uma desvalorização do ensino sobre a NC. Quer nas planificações da Leonor, quer da Carla, houve uma ausência completa de objetivos neste domínio e um predomínio de objetivos

no domínio do conhecimento substantivo e processual. No caso da Helena, apesar da diversidade de domínios, ao nível dos objetivos de aprendizagem, o conhecimento processual e o raciocínio foram os aspetos mais valorizados (Figura 21).

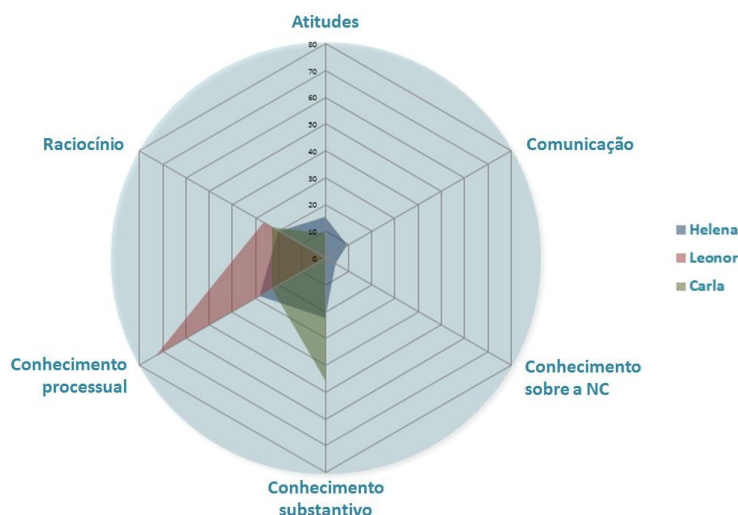


Figura 21. Categorização dos objetivos de aprendizagem das atividades, por participante.

Por fim, praticamente não foram encontradas evidências de uma abordagem explícita e reflexiva sobre a NC nas aulas destas participantes. Foi apenas detetado um episódio onde, de forma explícita, a Carla tentou trabalhar o significado de modelos nas ciências. Contudo, foi um episódio isolado e explorado de forma incompleta. Na entrevista final, as participantes relataram diferentes motivos para esta desvalorização da NC: a Helena referiu essencialmente a falta de tempo; a Carla invocou a invisibilidade deste conhecimento no programa do EM; e a Leonor mencionou a preocupação com o cumprimento das planificações.

Discussão, conclusões e recomendações

Este capítulo encontra-se organizado em duas secções. Na primeira secção, discutem-se os resultados tendo por base as três questões de investigação que nortearam o presente estudo. Em primeiro lugar, procura-se compreender como foi vivido o processo, ou seja, como é que as futuras professoras vivenciaram as experiências decorrentes do programa Ciência ao Vivo. Em segundo lugar, explora-se o impacto do programa ao nível das concepções das futuras professoras acerca da NC e do ensino e a aprendizagem das ciências. Em terceiro lugar, analisa-se o impacto do programa ao nível das práticas profissionais das participantes deste estudo. Por fim, discute-se a problemática que esteve na génese deste estudo e, simultaneamente, apresentam-se sugestões para investigações futuras.

Na segunda secção, tecem-se considerações acerca das características que as colaborações entre cientistas e futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB devem apresentar, de forma a maximizar as suas potencialidades.

Discussão e conclusões

No âmbito deste estudo procedeu-se à conceptualização, implementação e avaliação de um programa, o programa Ciência ao Vivo, com o objetivo de compreender de que modo a participação em atividades científicas, em contextos reais de ciência, com ênfase numa abordagem explícita e reflexiva da natureza da ciência, poderá contribuir para o desenvolvimento profissional de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico.

A investigação seguiu uma metodologia de *Design Based Research* (DBR) de modo a contribuir para a compreensão das relações entre a teoria, o desenho e a prática, e foi delineada em três fases principais: análise do problema educativo; conceptualização e implementação do programa Ciência ao Vivo; e avaliação e reflexão sobre o programa.

O problema educativo que esteve na base da presente investigação foi a fragilidade da formação inicial de professores/as do 1º e 2º CEB, no âmbito do ensino sobre a NC e do ensino por investigação. Em virtude do entendimento construído acerca do problema, tanto em termos teóricos, como em termos práticos, procedeu-se à conceptualização e à implementação do programa Ciência ao Vivo. Os principais propósitos deste programa

foram: aumentar a compreensão sobre a NC e sobre as atividades investigativas e promover a construção de conhecimento pedagógico acerca do ensino sobre a NC e do ensino por investigação, por parte de futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB. Tendo por base estes propósitos, o programa contemplou duas componentes distintas mas complementares, os estágios e os seminários. Os estágios visavam a imersão dos/as participantes em contextos reais de ciência, enquanto os seminários pretendiam promover a partilha de experiências decorrentes dessa imersão e a reflexão sobre a NC, as atividades investigativas e as práticas pedagógicas. Neste programa participaram quatro futuras professoras do 1º e 2º CEB, em dois contextos reais de ciência distintos.

Ao longo de toda a investigação, a avaliação e a reflexão foram processos constantes e que permitiram dar um cunho iterativo e flexível à intervenção. No entanto, estes processos ganharam maior destaque à medida que novos dados foram sendo recolhidos e analisados, o que permitiu desenvolver uma compreensão mais profunda sobre a intervenção, nomeadamente, ao nível da adequação das suas intenções, das características que apresentou ao ser implementada e dos efeitos que produziu perante determinadas circunstâncias.

Nesta secção, e tendo por base o estudo aprofundado das vivências e aprendizagens decorrentes do programa Ciência ao Vivo, procura-se discutir e responder de forma sistemática às três questões de investigação que orientaram o estudo:

- Como é que as futuras professoras vivenciaram as experiências decorrentes do programa Ciência ao Vivo?
- Qual o impacto do programa ao nível das conceções das futuras professoras acerca da natureza da ciência e do ensino e aprendizagem das ciências?
- Qual o impacto do programa ao nível das práticas profissionais?

A primeira questão de investigação visa compreender o programa, procurando analisar se a intervenção implementada deu origem aos processos visados durante a sua conceptualização. As duas últimas questões procuram analisar os efeitos da intervenção, isto é, visam compreender quão efetiva a intervenção foi no sentido de resolver o problema diagnosticado. No entanto, e tal como McKenney e Reeves (2014b) referem, o principal foco de uma DBR consiste, não em explorar “o que funciona”, mas sim “como conseguimos que funcione e porquê”. Portanto, mais do que compreender se o programa Ciência ao Vivo funcionou, ou não, importa refletir sobre as eventuais razões que contribuíram para esse resultado. Para tal, é necessário olhar para as

aprendizagens realizadas, mas também para a ecologia dessas aprendizagens, um sistema onde múltiplas variáveis se inter-relacionam. Por essa razão, a resposta às questões de investigação irá ser alicerçada numa lógica de retroalimentação, ou seja, a resposta à segunda questão será alimentada pela resposta à primeira questão e a última pelas anteriores.

Como é que as futuras professoras vivenciaram as experiências decorrentes do programa Ciência ao Vivo?

As participantes deste estudo consideraram que o programa Ciência ao Vivo apresentava potencialidades ao nível pessoal, social e profissional e invocaram essas razões para justificar o seu envolvimento.

Dado o carácter voluntário da participação era expectável, tal como aconteceu, que os motivos invocados para o envolvimento no programa fossem de natureza iminentemente intrínseca. Neste estudo, as participantes invocaram motivações de ordem formativa, afetiva e associadas às características singulares do programa.

No âmbito formativo, para além das considerações mais genéricas sobre a importância da aprendizagem em *lato sensu*, houve referência explícita à importância de aumentar a formação na área da ciência, dadas as lacunas percecionadas nesse domínio. Este aspeto é importante porque, por um lado, indica-nos que os/as futuros/as professores/as começam, ainda durante a sua formação inicial, a diagnosticar de forma consciente as suas necessidades de formação e, por outro lado, evidencia a importância das Escolas Superiores de Educação apostarem na diversificação das ofertas formativas, quer formais, quer não formais. A possibilidade do programa vir a ser implementado como uma unidade curricular eletiva, na formação inicial de professores/as, cumpre exatamente esta função.

As razões de natureza afetiva invocadas relacionaram-se com o gosto pela ciência e com a confiança na investigadora. Quanto às características singulares do programa, as participantes mencionaram a oportunidade de vivenciar o trabalho do/a cientista e a possibilidade de partilhar ideias e experiências com colegas. O cruzamento destas motivações parece fornecer algumas evidências quanto à relevância de incluir programas desta natureza na formação inicial de professores/as. A referência à confiança na investigadora e à partilha de ideias com colegas sugere que, caso o

mesmo programa fosse oferecido por outra instituição, a adesão seria menor, uma vez que desconheceriam os seus intervenientes.

Quanto às aprendizagens esperadas, em virtude do envolvimento no programa, constatou-se que o eventual enriquecimento da futura prática profissional foi a expectativa mais invocada pelas participantes. A investigação desenvolvida por Pop, Dixon e Grove (2010) também explorou as expectativas subjacentes ao envolvimento de professores/as num programa similar ao Ciência ao Vivo, embora com professores/as em serviço. Através do recurso a um questionário de resposta fechada, estes autores verificaram que os/as professores/as do 1º ciclo esperavam, tal como a maioria das participantes envolvidas no programa Ciência ao Vivo, obter novas ideias para as atividades em sala de aula.

No entanto, Pop, Dixon e Grove (2010) ao realizarem entrevistas, constaram que os/as professores/as revelavam expectativas gerais e pouco definidas, aspeto igualmente detetado nas participantes do presente estudo. Esta realidade poderá dever-se à pouca divulgação de programas desta natureza e ao carácter inovador e singular das propostas que advogam.

Em virtude da relevância dada à contextualização e à autenticidade do contexto real de ciência na conceptualização do programa Ciência ao Vivo procurou-se, através de diferentes estratégias, caraterizar as experiências inerentes à imersão nestes contextos, tendo-se constatado que as mesmas apresentaram semelhanças mas também diferenças e que despoletaram sentimentos diversos nas participantes.

Em muitos programas similares ao programa Ciência ao Vivo a decisão sobre a natureza das tarefas é da responsabilidade do/a cientista. E, nalgumas situações, apesar do contexto ser real, os/as participantes desenvolvem atividades investigativas simplificadas/adaptadas ou apenas observam a equipa de investigação (Hughes, Molyneaux, & Dixon, 2012). No programa Ciência ao Vivo, a imersão nos contextos reais de ciência tinha como principal propósito possibilitar às futuras professoras a participação em investigações autênticas, ou seja, investigações que fizessem parte da agenda dos/as investigadores e que apresentassem relevância para a comunidade científica. Pretendia-se, portanto, que tanto o contexto, como as atividades, fossem autênticas e que as participantes tivessem a oportunidade de colaborar diretamente na investigação. Em ambos os estágios essa orientação concretizou-se, uma vez que não foram realizadas adaptações ao desenho investigativo em virtude da participação das futuras professoras.

Relativamente ao envolvimento afetivo-relacional das participantes, verificou-se que a acessibilidade e a simpatia dos elementos da equipa de investigação, assim como o interesse que demonstraram face à colaboração das futuras professoras nas investigações, foram as características mais apreciadas pelas participantes e as que mais contribuíram para a edificação de um ambiente gerador de bem-estar. Portanto, e à semelhança de outros estudos (Thiry & Laursen, 2011; Westerlund et al., 2002), os comportamentos e as atitudes do/a investigador/a foram determinantes para a construção de uma base de confiança e colegialidade que, por sua vez, ajudou as participantes a sentirem-se mais confortáveis.

Apesar das futuras professoras, tal como esperado, não se terem tornado participantes plenas na comunidade científica, o suporte técnico fornecido pelos grupos de investigação permitiu que ganhassem proficiência metodológica e que conduzissem diferentes processos de recolha de dados. Como tal, este estudo sugere que o envolvimento metodológico é possível, mesmo num estágio de curta duração.

Foi igualmente possível concluir que, contrariamente ao envolvimento metodológico, o envolvimento epistémico de futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB é, provavelmente, muito difícil de alcançar durante uma colaboração de curta duração, em investigações autênticas. Esta conclusão resulta, em parte, do facto de se ter constatado que, apesar do elevado suporte fornecido pelos diferentes elementos de uma das equipas de investigação, o papel das participantes ficou restrito à observação, questionamento e realização de protocolos. Resultados semelhantes têm sido reportados noutros estudos, sendo a extensão temporal da imersão dos/as participantes, no contexto real, uma das causas citadas (Bell et al., 2003; Westerlund et al., 2002).

No entanto, no presente estudo, as lacunas ao nível do conhecimento científico foram, várias vezes, apontadas pelas participantes como a principal razão para justificar este nível de envolvimento epistémico. Em virtude do modelo generalista de formação inicial de professores/as adotado em Portugal, os/as futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB possuem pouca formação em ciências e, como tal, a possível disparidade entre o esforço conceptual requerido nas atividades investigativas e o conhecimento prévio das participantes, poderá ser igualmente um fator explicativo para o nível de envolvimento epistémico identificado. Esta situação difere, significativamente, dos/as professores/as do 3º CEB e do ensino secundário dada a formação específica que realizam durante o ensino superior. Se, para estes últimos, os estudos indicam a necessidade de uma colaboração mais prolongada no tempo, para que seja possível alcançar um elevado envolvimento epistémico, no caso dos/as futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB essa

necessidade será ainda mais premente. Apesar dos eventuais benefícios do aumento do tempo de imersão nos estágios, afiguram-se igualmente alguns constrangimentos. Em termos genéricos acarretaria uma maior dificuldade em recrutar investigadores/as, bem como, participantes interessados/as. No caso concreto do programa Ciência ao Vivo, a duração da imersão encontrava-se ditada *a priori*, uma vez que o programa foi conceptualizado para, no futuro, ser oferecido como uma unidade eletiva da formação inicial de professores/as.

Importa ainda, no âmbito desta discussão, analisar o papel da autenticidade da investigação. Naturalmente, à medida que a autenticidade das investigações aumenta, o potencial participativo dos/as futuros/as professores/as diminui. Desta forma, a aposta em investigações simplificadas ou adaptadas seria uma possível forma de inverter este baixo envolvimento epistémico. Todavia, surgem dúvidas quanto à relevância e pertinência de se conduzirem atividades investigativas simplificadas em contextos reais de ciência. Por um lado, sendo simplificadas, a sua realização no contexto da instituição de formação de professores/as seria exequível, não acarretando um esforço adicional em termos de tempo e deslocação. No entanto, ao serem distintas da agenda da equipa de investigação poderia favorecer-se o isolamento dos/as futuros/as professores/as no contexto real de ciência.

Assim, tendo em conta as limitações de tempo, bem como o baixo nível de conhecimentos científicos que os/as futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB possuem, o envolvimento epistémico em investigações autênticas afigura-se difícil, uma conclusão que também é corroborada por outros autores (Feldman, Divoll, & Rogan-Klyve, 2013). No entanto, e tal como será evidente na resposta à segunda questão de investigação, o nível de envolvimento epistémico não parece estar relacionado com o desenvolvimento de entendimentos mais adequados sobre a NC.

É importante realçar que, apesar das semelhanças, também foram observadas diferenças entre os dois contextos reais de ciência. A investigação na área da Geologia foi caracterizada como sendo uma experiência mais rica devido, por um lado, à frequência e à natureza do suporte fornecido e, por outro lado, ao elevado número de relações estabelecidas no seio da equipa de investigação e à natureza dessas relações. Neste local, embora as futuras professoras não tenham participado de forma direta e frequente nas atividades de natureza epistémica, tiveram oportunidade de as observar. Para além disso, a relação estabelecida pelo cientista, entre a investigação científica e a futura prática docente das participantes, também parece ter contribuído para a riqueza deste contexto real de ciência.

Em suma, em ambos os estágios, as participantes foram envolvidas, de acordo com a categorização de Hughes, Molyneaux, e Dixon (2012) numa investigação real dado terem tido a oportunidade de colaborar num projeto conduzido pela equipa de investigação. No entanto, as experiências investigativas das participantes foram baixas, uma vez que não foram responsáveis por tomadas de decisões críticas (Schwartz et al., 2004). Ainda assim, várias evidências indicam que as futuras professoras foram participantes legítimas periféricas, uma vez que interagiram com diferentes membros da equipa de investigação e tiveram acesso às atividades investigativas principais, às ferramentas e aos recursos da prática (Lave & Wenger, 1991). No entanto, a partilha de histórias, as discussões sobre os aspetos mais problemáticos e difíceis da atividade científica e a existência de relações diversas e ricas no grupo, aspetos que suportam a aprendizagem em contextos autênticos (Lave & Wenger, 1991), estiveram mais presentes no grupo da Geologia.

Quanto à componente reflexiva do programa Ciência ao Vivo, as trajetórias individuais das participantes evidenciaram especificidades. A Helena demonstrou uma maior *praxis* reflexiva. Pelo contrário, a Carla foi a futura professora que menos participou nos seminários e, como tal, o seu envolvimento foi menor.

Não obstante eventuais aspetos de natureza mais intrínseca às próprias participantes, os resultados sugerem a existência de uma relação entre o nível de intervenção das participantes nos seminários e a riqueza do contexto real de ciência no qual estiveram imersas. A orientação teórica inerente à conceptualização do programa Ciência ao Vivo, em particular, os objetivos de “promover a contextualização dos conhecimentos” e de “tornar a NC visível no contexto real de ciência” poderá explicar esta relação. Fruto desta orientação, os contextos reais de ciência foram os cenários privilegiados para alicerçar a reflexão e, como tal, a relação entre a riqueza do contexto e a profundidade das discussões tornou-se mais patente.

Várias evidências sugerem ainda que os seminários contribuíram para um processo de aprendizagem colaborativa e reflexiva e que o mesmo foi valorizado pelas participantes. O alinhamento entre as características singulares e relevantes dos seminários apontadas pelas participantes e os princípios de *design* que orientaram a conceptualização do programa, constituem uma evidência desse processo. Por exemplo, as participantes enfatizaram a interatividade do processo, a reflexividade do processo, a reflexão como uma ferramenta necessária para dar sentido às experiências vividas e a possibilidade de conhecer contextos científicos diversos como os aspetos mais relevantes dos seminários.

Por fim, e em termos genéricos, as futuras professoras envolvidas neste estudo evidenciaram um elevado nível de satisfação face às vivências decorrentes do programa e reportaram tratar-se de uma experiência útil e que deveria ser oferecida no futuro. Contudo, os diferentes componentes do programa, os estágios e os seminários, não foram valorizados de igual forma. A própria riqueza inerente ao contexto real de ciência parece ser a explicação mais plausível para as diferenças encontradas, uma vez que as participantes envolvidas na investigação geológica enfatizaram mais as experiências vividas no contexto real, enquanto as restantes realçaram mais os seminários.

Portanto, e apesar das orientações fornecidas ao/à cientista, terem sido idênticas, de facto, as experiências vivenciadas pelas futuras professoras não foram iguais. Uma vez que iniciativas semelhantes ao programa Ciência ao Vivo utilizam diferentes contextos reais de ciência, para a imersão dos/as participantes, os resultados deste estudo reforçam a importância de se caracterizarem os aspetos singulares de cada local e dos seus impactos, em detrimento de uma caracterização de natureza mais holística (Burgin, Sadler, & Koroly 2012; Sadler et al. 2010). Como Sadler et al. (2010) referem:

A maioria das investigações trata os programas de *apprenticeship* holisticamente sem a devida atenção aos elementos específicos dos programas que poderão aumentar ou condicionar as experiências dos participantes. Acreditamos que análises mais finas das características específicas do programa poderão (...) conduzir a programas mais robustos e promover oportunidades de aprendizagem. (p. 253).

Qual o impacto do programa ao nível das concepções das futuras professoras acerca da natureza da ciência e do ensino e aprendizagem das ciências?

O desenvolvimento de visões mais informadas sobre a NC foi uma das forças motrizes para a conceptualização e implementação do programa Ciência ao Vivo. Os dados obtidos neste estudo legitimam a pertinência deste objetivo uma vez que, inicialmente, as quatro futuras professoras envolvidas no programa revelavam entendimentos inadequados relativamente a diferentes aspetos da natureza do conhecimento e das metodologias científicas, bem como uma imagem estereotipada dos/as cientistas e do trabalho que desenvolvem. A partir destes dados é possível concluir que o programa de formação inicial de professores/as que as participantes frequentaram não foi, em termos do conhecimento sobre a NC, efetivo. Thomaz et al. (1996), ao analisarem a evolução das concepções de futuros/as professores/as do 1º CEB, no contexto português, também

encontraram evidências da pouca influência da formação inicial de professores/as no desenvolvimento de entendimentos mais adequados sobre a NC.

Esta visão deformada da ciência e do empreendimento científico parece ser, de acordo com diferentes estudos, a visão mais comum entre (futuros/as) professores/as (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Abell & Smith, 1994; Akerson et al., 2000; Murcia & Schibeci, 1999). Dada a importância que, cada vez mais, é conferida ao ensino sobre a NC e ao desenvolvimento de um entendimento autêntico do que é a ciência por parte dos/as alunos/as (Allchin, 2013; Driver et al., 1996; Hodson, 2009; Matthews, 2012; NRC, 1996), este cenário é preocupante e evidencia a necessidade de se introduzirem e de se investigarem mudanças na formação inicial de professores/as, no âmbito da NC, tal como se pretendeu com o programa Ciência ao Vivo.

A conceptualização e a implementação do programa Ciência ao Vivo foi pautada por uma abordagem autêntica, contextualizada, explícita e reflexiva relativamente ao ensino sobre a NC que, em virtude das mudanças verificadas nas concepções das participantes sobre a ciência, parece ter sido eficaz. Todavia, mais do que analisar o efeito do programa, na sua globalidade, o presente estudo procurou explorar os fatores ou as condições que contribuíram para a melhoria dessas concepções e, por essa razão, foram adotadas várias estratégias de recolha de dados, ao longo das diferentes etapas do programa.

Os resultados deste estudo sugerem, em primeiro lugar, que a eficácia das abordagens de ensino da NC, no que concerne ao grau de explicitação (*explícita versus implícita*), não é idêntica, variando consoante as dimensões da NC em análise.

Por um lado, a simples imersão nos contextos reais de ciência parece ter sido uma condição suficiente para o desenvolvimento de uma imagem mais humanizada e realista dos/as cientistas e do trabalho que realizam. Por exemplo, as participantes deste estudo passaram a atribuir atributos de “normalidade” aos/às cientistas e a reconhecer o forte cunho colaborativo do processo investigativo. Além disso, a concepção dos processos investigativos, enquanto processos céleres e aproblemáticos, foi abandonada. O sucesso de uma abordagem implícita, com recurso à imersão em contextos reais de ciência, no desenvolvimento de concepções mais informadas sobre a NC, foi igualmente identificada noutras investigações (Cartrette & Melroe-Lehrman, 2012; Melear et al., 2000; Varelas et al., 2005). Analisando as aprendizagens mencionadas nessas investigações constata-se que, na sua grande maioria, relacionam-se com o desenvolvimento de concepções mais informadas sobre a complexidade e

colaboratividade inerente à investigação científica. Portanto, e tal como aconteceu neste estudo, não englobam entendimentos relacionados com a natureza do conhecimento científico (NCC). Isto sugere que a dimensão social do trabalho realizado pelos/as cientistas e a imagem dos/as cientistas por serem, eventualmente, dimensões mais “visíveis” nos contextos reais de ciência, não requerem uma reflexão tão profunda por parte dos/as futuros/as professores/as.

Por outro lado, e tal como noutros estudos (Bell et al., 2003; Schwartz et al., 2010), constatou-se que, mesmo após a imersão em contextos reais de ciência, as visões das participantes sobre os diferentes aspetos da NCC e da natureza das metodologias científicas permaneceram inalteradas. Os dados também evidenciam que cada participante interpretou a experiência investigativa no contexto real de ciência de forma distinta, o que denota a influência que as concepções iniciais possuem na interpretação de uma dada realidade. À semelhança do estudo desenvolvido por Rahm, Miller, Hartley e Moore (2003), as concepções iniciais das participantes “foram mais poderosas do que as experiências que tiveram no terreno ou (...) do diálogo estabelecido com os/as cientistas” (p.749). Ganhos substanciais nos entendimentos sobre a NCC e sobre a natureza das metodologias científicas, foram apenas detetados durante e após os seminários, o que sugere que esta componente explícita e reflexiva do programa foi a principal causa desses desenvolvimentos. A natureza colaborativa dos processos reflexivos, através da reutilização de artefactos construídos pelas participantes e do esforço no sentido de tornar o pensamento das participantes visível para o grupo, parece ter sido fundamental para que as participantes comesçassem a identificar fragilidades no seu conhecimento. Em particular, assistiu-se a uma mudança na postura das participantes após a divulgação das respostas dadas ao questionário, aplicado no início do programa, para aferir as concepções sobre a NC. Em muitas situações, a existência de perspetivas diferentes e a dissonância que as mesmas criaram no seio do grupo, permitiram aumentar a abrangência e a profundidade da reflexão.

Neste ponto importa realçar que, grande parte dos estudos que apontam para a ineficácia da abordagem implícita adota uma perspetiva restrita da NC, caracterizada por uma hegemonia da NCC (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz et al., 2010). No entanto, quando se adota uma visão mais abrangente e inclusiva da NC (Allchin, 2013; Clough, 2006; Hodson, 2014; Irzik & Nola, 2014; Matthews, 2012), tal como se defende neste estudo, a discussão sobre a eficácia da natureza implícita *versus* explícita das abordagens de ensino passa a ter outros contornos e potencialidades. De facto, encarando a NC como um constructo multidimensional, a análise do impacto do grau de

explicitação das abordagens deverá ser sensível a essa diversidade. Esta análise diferencial poderá auxiliar os/as profissionais da área de educação a estabelecer uma ligação mais estreita entre as abordagens a adotar, em função dos objetivos de aprendizagem que pretendem que os/as alunos/as atinjam no âmbito da NC.

É importante frisar que, na presente investigação, a componente explícita e reflexiva foi totalmente baseada na experiência vivida pelas participantes nos contextos reais de ciência. Por outras palavras, o programa Ciência ao Vivo adotou uma abordagem contextualizada e autêntica relativamente ao ensino sobre a NC e, mesmo sem qualquer atividade ou recurso adicional, o modelo adotado permitiu o desenvolvimento de concepções mais informadas sobre a ciência. Esta consideração é relevante pois, nalguns estudos que exploram o impacto da imersão de professores/as na comunidade científica, são utilizadas atividades descontextualizadas (sem relação direta com as experiências investigativas em contexto real), para promover a reflexão sobre a NC que, por si só, podem ter impacto nas visões dos/as participantes. Por exemplo, no estudo desenvolvido por Schwartz et al. (2010), foram utilizadas atividades descontextualizadas semelhantes às propostas por Lederman e Abd-El-Khalick (1998). Dado que os próprios autores referem que o nível de integração entre a experiência investigativa e a componente explícita foi limitada, a abordagem que adotaram pode ser categorizada como explícita e reflexiva mas descontextualizada. Situação semelhante é detetada na investigação conduzida por Schwartz et al. (2004) pois, para além da discussão das experiências investigativas e das questões que deviam ser alvo de discussão nos diários de bordo, os seminários também contemplaram atividades descontextualizadas, bem como atividades que, embora fossem contextualizadas, não utilizavam as experiências decorrentes da imersão na comunidade científica como o contexto para a reflexão.

Fruto da caracterização das vivências decorrentes da imersão nos contextos reais de ciência, foi possível verificar que o envolvimento epistémico das participantes foi baixo e que o seu incremento é, provavelmente, muito difícil de alcançar em estágios de curta duração. Todavia, este facto não condicionou o desenvolvimento de visões mais informadas sobre a NC. É assim possível concluir que o desenvolvimento de concepções mais informadas sobre a ciência é possível, apesar do baixo envolvimento epistémico dos/as participantes nos contextos reais de ciência. Estas conclusões são corroboradas por outros estudos (Burgin, Sadler, & Koroly, 2012; Schwartz et al., 2004). Por exemplo, Burgin, Sadler e Koroly (2012) verificaram que “os indivíduos com os maiores ganhos em termos de entendimentos sobre a natureza da ciência demonstraram um envolvimento epistémico diverso” (p.460). Os resultados obtidos por Schwartz et al

(2004) também sugerem que um papel periférico nas investigações científicas é suficiente para suportar uma reflexão significativa e o desenvolvimento de concepções mais informadas sobre a NC.

Tal como Schwartz e Crawford (2004) salientam, uma participação ativa na comunidade científica não pressupõe, necessariamente, uma reflexão sobre a natureza do conhecimento produzido ou do empreendimento científico. A ausência de consenso, entre as visões sobre a NC perfilhadas por cientistas, sustenta esta ideia. No estudo conduzido por Schwartz e Lederman (2008), 46% dos/as cientistas indicaram que todo o conhecimento científico é tentativo e cerca de metade acreditava que as teorias se transformavam em leis após um período de tempo suficiente e/ou testes repetidos. Portanto, no que respeita ao desenvolvimento de visões mais informadas sobre a NC, não parece haver necessidade dos/as futuros/as professores/as se tornarem membros ativos da comunidade científica, mas sim que adotem uma *praxis* reflexiva sobre essa comunidade, as práticas e a cultura científica.

No entanto, o facto de neste estudo não ter havido uma distribuição equitativa relativamente aos contextos invocados para a reflexão, bem como para justificar mudanças nas concepções sobre a ciência, sugere a existência de características da NC que são mais visíveis e audíveis em determinados contextos. No presente estudo, a estrutura/interação da equipa de investigação, a natureza da área de investigação e o tipo e a duração do suporte fornecido pela mesma, parecem ter sido os aspetos mais relacionados com a riqueza da experiência investigativa, dado constituírem aspetos diferenciadores do contexto real de Geologia, o contexto mais invocado pelas participantes para justificar mudanças nas suas concepções.

A importância da estrutura/interação da equipa investigativa foi igualmente reportada noutras investigações (Burgin et al., 2012; Feldman, Divoll, & Rogan-Klyve, 2009, 2013). Feldman et al. (2013, 2009) ao investigarem a participação de alunos/as universitários/as em atividades investigativas, constataram que os grupos de investigação podiam ser caracterizados como muito estruturados, ou pouco estruturados, sendo o primeiro tipo o melhor para promover a aprendizagem dos/as alunos/as. O presente estudo suporta esta conclusão, uma vez que o grupo de Geologia, um grupo organizado, permitiu às participantes interagirem com os diferentes membros do grupo, membros esses que possuíam proficiências metodológicas e conceptuais distintas e que, para além do cientista, também assumiram o papel de mentores. Os dados sugerem ainda que, a estrutura das equipas investigativas está intimamente correlacionada com a possibilidade das/os participantes observarem, dentro do grupo

de investigação, as relações que habitualmente se estabelecem no seio de uma comunidade epistémica.

O conceito de esforço epistémico, elaborado por Ryder e Leach (1999) é relevante para compreender a importância da natureza da área de investigação. A investigação geológica desenvolvida estava enquadrada numa área caracterizada por hipóteses competitivas que, repetidas vezes, foram descritas pelo cientista. A natureza desta área apresentava características que entravam em dissonância com as concepções que as participantes possuíam. Este aspeto também foi evidente no trabalho conduzido por Bell et al. (2003), dado que o único participante a reportar desenvolvimento, ao nível das concepções sobre a NC, foi aquele que trabalhou com um cientista numa área com características idênticas.

O tipo e a duração do suporte fornecido pela equipa de investigação, o último aspeto relacionado com a riqueza da experiência, está naturalmente associado aos dois aspetos anteriormente mencionados. Mesmo em disciplinas onde diferentes hipóteses competitivas estão presentes, o/a cientista desempenha um papel fundamental para explicitar e clarificar essas controvérsias científicas. Sem esta ilustração, a reflexão nos seminários teria sido, provavelmente, mais pobre.

Portanto, o presente estudo sugere que o desenvolvimento de concepções informadas sobre a ciência é possível, independentemente do baixo nível de envolvimento epistémico, mas não do esforço epistémico das experiências investigativas dos/as participantes. Estas conclusões são ainda suportadas pelo facto dos aspetos da NC em que as participantes revelaram, em geral, maiores desenvolvimentos terem sido os aspetos mais visíveis durante a experiência investigativa na área da Geologia.

Tendo em consideração a conclusão anterior, poderia ser expectável que as participantes que colaboraram na investigação geológica apresentassem, após o programa, concepções mais informadas sobre a ciência. Esse não é o caso, e a explicação é bastante óbvia. Fruto das descrições e discussões realizadas nos seminários, as participantes tiveram oportunidade de conhecer outras realidades investigativas e estas passaram a fazer parte do relatório partilhado, a partir do qual diferentes reflexões foram alicerçadas. Este aspeto foi bastante evidente nos desenvolvimentos diagnosticados na Leonor, uma vez que, foram baseados em episódios que ocorreram na investigação geológica. Esta característica do programa Ciência ao Vivo diluiu a relação entre os desenvolvimentos das participantes e o contexto real de ciência onde estiveram imersas. A Carla, no entanto, teve mais

dificuldade em estabelecer relações entre os cenários investigativos e os aspetos da NC e, como tal, fez progressos mais modestos.

Os desenvolvimentos detetados também variaram entre a Helena e a João, as outras duas participantes que colaboraram no mesmo local de estágio. A Helena foi a participante que, após o programa, revelou concepções mais informadas sobre a ciência. Os dados deste estudo sugerem diferentes explicações para este resultado. Em primeiro lugar, foi a participante que entrou com visões mais ingênuas e, conseqüentemente, com maior margem de progresso. Em segundo lugar, foi a futura professora que revelou uma postura mais reflexiva ao longo do programa. A João, apesar de ter colaborado na mesma investigação do que a Helena, revelou desenvolvimentos mais moderados. Neste caso, a existência de crenças sobre a ciência bem enraizadas e a experiência educacional da participante podem ter desempenhado um papel importante.

Esta análise revela que, para além das características inerentes aos próprios contextos reais de ciência, há fatores de natureza pessoal que influenciam diretamente as mudanças nas concepções das participantes, nomeadamente, fatores como a capacidade reflexiva e as concepções iniciais. A importância da reflexão, no desenvolvimento de concepções mais informadas sobre a NC, é corroborada por outras investigações. Por exemplo, no estudo desenvolvido por Schwartz et al. (2004), os/as futuros/as professores/as que evidenciaram um desenvolvimento mais acentuado, ao nível das visões sobre a ciência, foram aqueles/as em que o nível de reflexão foi maior. Pelo contrário, os/as participantes que, ao longo dos seminários e dos diários de bordo se basearam, essencialmente, nos conteúdos da investigação na qual colaboraram revelaram desenvolvimentos mais moderados.

Em suma, o programa Ciência ao Vivo contribuiu, positivamente, para a mudança de concepções das participantes sobre a ciência. Relativamente às concepções sobre a natureza do conhecimento e das metodologias científicas as mudanças foram apenas visíveis após o envolvimento das participantes nos seminários. Já as mudanças quanto à imagem do/a cientista e do seu trabalho foram menos associadas a esta componente do programa. Apesar desta tendência geral, os desenvolvimentos diferiram entre as participantes, sendo a natureza do estágio e os fatores intrínsecos às próprias participantes as razões mais prováveis para explicar essa diferença.

Relativamente às concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências, os resultados deste estudo sugerem que as experiências investigativas em contextos reais, associados a momentos reflexivos, apresentam efeitos benéficos no pensamento

dos/as futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB. À semelhança de outras investigações (Enderle et al., 2014; Langford & Huntley, 1999; Schwartz et al., 2013; Westerlund et al., 2002) foram detetadas mudanças nas conceções das participantes no sentido de um ensino com uma orientação mais investigativa. As futuras professoras passaram a enfatizar a necessidade de tornar o ensino das ciências mais autêntico, adotando uma abordagem mais próxima da investigação científica. Esta valorização foi evidente, tanto nos efeitos reportados pelas participantes, como através da análise das entrevistas e dos incidentes críticos, no entanto, com níveis distintos entre as participantes.

Recentemente, os resultados de um estudo conduzido por Enderle et al. (2014), envolvendo mais de cem professores/as, demonstraram que as conceções dos/as participantes sobre o ensino e a aprendizagem se tornaram mais próximas das defendidas nas reformas educativas, após a participação em atividades investigativas em contextos reais. Contudo, as mudanças foram mais evidentes entre os/as participantes que frequentaram um programa mais focado na prática docente (as investigações eram autênticas para os/as participantes, mas não para a comunidade científica; contemplava a planificação conjunta de atividades investigativas para serem implementadas nas salas de aula), comparativamente com as mudanças dos/as professores/as que frequentaram um programa mais semelhante ao programa Ciência ao Vivo (as investigações eram autênticas para a comunidade científica; o ensino por investigação apenas foi contemplado numa sessão de 2 horas). No entanto, esta investigação não explorou quais as características do desenho dos programas que contribuíram para os desenvolvimentos identificados. Em particular, não foram exploradas as características dos diferentes contextos reais de ciência.

As diferenças encontradas entre as participantes envolvidas no programa Ciência ao Vivo sugerem que as singularidades dos contextos reais de ciência desempenham um papel importante neste processo. Quando questionadas sobre as aprendizagens genéricas realizadas, em virtude do envolvimento no programa, a Helena e a João, contrariamente à Leonor e à Carla, fizeram referência específica a aprendizagens didático-pedagógicas. Além disso, para contextualizarem essas aprendizagens descreveram episódios alicerçados nos contextos reais de ciência e associados às ligações que o cientista realizou entre a investigação científica e o ensino das ciências, e ao papel que assumiu durante as relações estabelecidas com os diferentes elementos da equipa de investigação. A relação entre o local de estágio e o desenvolvimento de uma orientação mais investigativa é corroborada por outros estudos. Por exemplo, Langford e Huntley (1999) identificaram a natureza e o ambiente dos locais de estágio,

bem como o papel dos/as mentores, como elementos cruciais para as mudanças identificadas nos/as futuros/as professores/as envolvidos/as no programa *Maryland Collaborative for Teacher Preparation*.

O programa Ciência ao Vivo contribuiu, igualmente, para aumentar a relevância do ensino sobre a NC no discurso das participantes. Este efeito é particularmente importante pois, segundo Lederman (1999), esta internalização “pode ajudar a evitar a falta de atenção relativamente à natureza da ciência evidenciado nas decisões pedagógicas dos/as professores/as”(p. 927).

A análise dos incidentes críticos revelou ainda que determinados aspetos da NC foram mais facilmente mobilizados pelas participantes do que outros. A mobilização seletiva dos aspetos da NC, a trabalhar na sala de aula, foi também reportada no estudo conduzido por Wahbeh e Abd-El-Khalick (2013). Segundo estes autores, os/as professores/as procuraram explorar nas suas aulas os aspetos da NC nos quais apresentavam conhecimentos mais profundos. Contudo, tendo em conta que as participantes do programa Ciência ao Vivo revelaram concepções informadas sobre aspetos da NC que não foram explorados nos incidentes críticos, essa explicação não se adequa ao presente caso. Duas razões parecem ser mais plausíveis para explicar a mobilização seletiva identificada: as participantes consideraram que determinados aspetos da NC são mais acessíveis para alunos/as do 1º e 2º CEB; ou sentiram-se mais confortáveis em idealizar estratégias para determinados aspetos da NC, em detrimento de outros. No estudo desenvolvido por Akerson e Volrich (2006) a primeira razão foi relatada por uma futura professora para justificar a exploração, junto de alunos/as do primeiro ano de escolaridade, de três aspetos da NC (diferença entre a observação e inferência, o papel da criatividade e da imaginação e o carácter tentativo do conhecimento científico).

Os incidentes críticos revelaram ainda diferenças ao nível da abordagem adotada pelas participantes. No final do programa, a Leonor e a Carla realizaram um maior número de relações entre os incidentes e os aspetos da ciência, no entanto, dado que o estabelecimento dessas relações foi maioritariamente desenvolvido por elas, a abordagem adotada teve um cunho iminentemente transmissivo. As propostas construídas pela Helena e pela João refletem uma abordagem mais explícita onde, através da promoção do questionamento, procuravam ajudar os/as alunos/as a estabelecerem essas relações. No entanto, nalgumas situações, evidenciaram dificuldades em operacionalizar essas intenções.

Os resultados anteriormente descritos parecem sugerir que o programa Ciência ao Vivo foi mais eficaz no desenvolvimento de entendimentos sobre a NC do que no desenvolvimento de conhecimento pedagógico para esse tópico (CPC). Além disso, reforçam a necessidade de se utilizarem instrumentos que não se foquem apenas nas concepções sobre a NC, mas que possibilitem retratar a complexidade inerente ao ensino e à aprendizagem da NC (Nott & Wellington, 1996, 1998). Os incidentes críticos desenvolvidos nesta investigação parecem ir ao encontro desta finalidade, uma vez que permitiram compreender qual o conhecimento da NC que informou as intenções das participantes em situações hipotéticas que ocorrem na sala de aula.

Apesar das mudanças identificadas no pensamento das participantes, ao longo do programa foram invocados vários constrangimentos associados a um ensino por investigação e a um ensino sobre a NC. De entre os constrangimentos identificados é importante realçar o forte peso atribuído à formação inicial de professores/as (cooperantes, supervisores/as e organização das práticas de ensino supervisionadas). A influência dos/as cooperantes foi a mais destacada, um aspeto igualmente identificado noutras investigações (Abd-El-Khalick et al., 1998; Crawford, 2007; Fazio et al., 2010; Lotter, 2004). Em virtude destes constrangimentos e principalmente para duas participantes, a Leonor e a Carla, a implementação de algumas inovações no ensino parecia ser mais viável após o período de formação inicial.

No entanto, neste estudo foram ainda identificados constrangimentos menos citados na literatura, nomeadamente, relacionados com o contexto curricular. Atualmente, o programa de Estudo do Meio é o documento curricular de referência, no âmbito das ciências no 1º CEB. Trata-se de um documento de 1990⁴² e onde não é possível encontrar qualquer referência explícita ou implícita à importância de trabalhar a NC. A revogação do Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais⁴³, contribuiu para agudizar este problema dada a importância que conferia ao desenvolvimento de competências ao nível dos conhecimentos epistemológicos. Assim, e contrariamente à tendência em vários países⁴⁴ e às recomendações no âmbito da investigação na área da educação em ciência, a NC tem sido alvo de uma desvalorização no contexto curricular português.

⁴²Programa homologado pelo Despacho n.º 139/ME/1990, 16 de agosto, publicado em DR n.º 202, II Série de 1 de Setembro.

⁴³Através do Despacho n.º 17169/2011 de 23 de dezembro

⁴⁴ Como por exemplo, Austrália, Nova Zelândia, EUA, Inglaterra e Turquia, que incluem explicitamente a NC nos seus currículos.

Enderle et al. (2014) estudaram as perspetivas dos/as professores/as sobre os fatores contextuais que consideravam influenciar o ensino por investigação antes e depois do envolvimento em programas de *apprenticeship*. Segundo os resultados, não houve uma mudança significativa nesta dimensão, aspeto igualmente patente nas participantes envolvidas no programa Ciência ao Vivo. Isto não é surpreendente, na medida em que os aspetos contextuais não constituem, habitualmente, o foco destes programas e as atividades desenvolvidas não são alicerçadas nas salas de aulas. No entanto, estes resultados sugerem eventuais áreas de melhoria no desenho destes programas, em particular, no que respeita a programas inseridos na formação inicial de professores/as. A título ilustrativo, perspetivar um programa que, em simultâneo, envolvesse futuros/as professores/as e professores/as cooperantes, poderia contribuir para minimizar alguns dos constrangimentos identificados pelas participantes destes estudo.

Qual o impacto do programa ao nível das práticas profissionais?

O impacto do programa, ao nível das práticas docentes, foi explorado a dois níveis distintos: ao nível da implementação de um ensino de natureza investigativa; e ao nível da adoção de um ensino sobre a NC.

No caso das práticas da Leonor e da Carla, a adoção de um ensino por investigação foi pouco evidente. As limitações de tempo, associadas à elevada diversidade de conteúdos programáticos a abordar, à necessidade de cumprirem as planificações e de gerirem o comportamento e as questões dos/as alunos/as, parecem ter sido determinantes nas opções tomadas pelas participantes durante a realização das atividades em sala de aula. Segundo as futuras professoras, o processo avaliativo inerente às práticas de ensino supervisionadas contribuiu para que estes fatores tivessem um peso superior ao desejado nas suas decisões. Por seu lado, direta e indiretamente, o facto de o cooperante apresentar conceções diferentes das perfilhadas pelas futuras professoras contribuiu para o aparecimento de alguns dilemas e tensões, e para a adoção de uma abordagem mais cautelosa por parte das participantes. De facto, um/a futuro/a professor/a “será certamente mais cauteloso na utilização de uma abordagem por investigação, quando essa abordagem está em contraste direto com a utilizada pelo seu mentor” (Crawford, 2007, p. 637). No entanto, e apesar da relutância da cooperante, a Helena implementou práticas investigativas nas suas aulas. Assim, e tal como no estudo desenvolvido por Crawford (2007), as ações das participantes não parecem ser explicadas apenas com base na abertura dos/as cooperantes. Por outras

palavras, a influência destes profissionais entrecruza-se com outras variáveis e, em conjunto, estes fatores parecem moldar a atuação dos/as futuros/as professores/as. Importa, assim, analisar as particularidades do percurso da Helena para tentar identificar eventuais fatores que tenham contribuído para que esta futura professora adotasse um ensino por investigação.

Um dos objetivos subjacentes ao envolvimento da Helena no programa Ciência ao Vivo prendia-se com a melhoria do seu conhecimento didático-pedagógico. Este objetivo guiou, frequentemente, as reflexões que realizou ao longo do programa. Quer nas conversas informais, quer no seu diário de bordo, estabeleceu ligações entre as suas vivências e o ensino das ciências. Além disso, após o programa, a Helena foi a participante que reportou maior confiança no desenvolvimento de atividades investigativas na sala de aula. À semelhança do estudo desenvolvido por Dixon e Wilke (2007), este aumento da confiança parece ter sido o resultado de uma visão mais informada da natureza das investigações científicas e menos dogmática da ciência. Além disso, várias evidências sugerem que o acompanhamento do cientista e a natureza das dinâmicas que assistiu no contexto real, pautadas pela promoção do questionamento e de raciocínios divergentes, contribuíram para o aumento da sua confiança. Em diferentes situações referiu que, tal como o cientista, não era preocupante não saber algo. Aliás, o papel que a Helena adotou nas aulas foi, em diferentes momentos, muito idêntico ao papel que o cientista assumiu durante a investigação científica, em particular, nos momentos de discussão em grande grupo onde promovia o confronto de ideias e a avaliação das mesmas. Esta relação, entre a transferência da experiência investigativa para a sala de aula e o nível de acompanhamento feito pelo/a cientista é corroborado pela investigação conduzida por Hughes et al. (2012).

Desta forma, a postura reflexiva evidenciada pela Helena, as expectativas que depositou no programa e a natureza do contexto real de ciência onde esteve imersa contribuíram para o desenvolvimento de conceções mais informadas sobre a ciência e sobre o ensino das ciências que, por sua vez, aumentaram a sua confiança. Esta constelação de fatores parece ter sido essencial para que a influência dos constrangimentos culturais (e.g. pouca abertura da cooperante) fosse relativizada, e para que a implementação de um ensino por investigação se tornasse possível.

Quanto ao ensino sobre a NC, poucas foram as evidências de uma abordagem explícita e reflexiva destes aspetos nas práticas docentes das participantes. O facto dos objetivos de aprendizagem no domínio do conhecimento sobre a NC terem sido quase marginais

(Helena), ou inexistentes (Leonor e Carla), sugerem não ter havido uma preocupação explícita no âmbito do ensino da NC.

Assim, e apesar do programa ter contribuído para o desenvolvimento de concepções mais informadas sobre a NC, as participantes não adotaram um ensino *sobre* a NC, isto é, um ensino que visasse promover entendimentos “informados sobre a construção e a validação do conhecimento científico e a natureza do conhecimento resultante” (Abd-El-Khalick, 2013, p. 2090). Contudo, a Helena desenvolveu um ensino *com* a NC, uma vez que criou ambientes investigativos na sala de aula que se aproximavam das práticas científicas, e implementou abordagens pedagógicas que partilham várias características inerentes às boas práticas de ensino das ciências (Abd-El-Khalick, 2013, p. 2087).

A não adoção de uma abordagem explícita por parte das participantes deste estudo reforça a ideia de que concepções informadas sobre a NC são condições necessárias, mas não suficientes, para a exploração destes aspetos com os/as alunos/as (Abd-El-Khalick et al., 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b; Hodson, 1993; Lederman, 1999). Neste ponto, importa salientar que diferentes estudos têm evidenciado a importância de ajudar e suportar os/as (futuros/as) professores/as a desenvolverem planos de aula que abordem a NC e a implementarem-nos, um aspeto não contemplado no programa Ciência ao Vivo. Por exemplo, Akerson e Abd-El-Khalick (2003) acompanharam uma professora experiente do 1º ciclo e constataram que ela “necessitou de suporte para traduzir as suas visões sobre a natureza da ciência e as suas intenções em atividades pedagogicamente apropriadas” (p.1025).

Em suma, a transferência das experiências investigativas decorrentes do programa Ciência ao Vivo para a sala de aula foi de certa forma limitada e diferentes constrangimentos parecem ter impedido essa transferência.

Através da discussão realizada, em torno das três questões de investigação, é agora possível tecer considerações sobre a problemática que esteve na génese da presente investigação:

De que modo a participação em atividades científicas, em contextos reais de ciência, com ênfase numa abordagem explícita e reflexiva da natureza da ciência, poderá contribuir para o desenvolvimento profissional de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico?

Em virtude dos resultados deste estudo, é possível concluir que a participação em atividades investigativas, em contextos reais de ciência, é uma abordagem formativa

promissora, uma vez que permite a construção de entendimentos mais informados sobre a NC e sobre o seu ensino.

No entanto, relativamente à adoção de um ensino por investigação e sobre a NC, durante as práticas de ensino supervisionadas, esta abordagem parece ter um efeito mais modesto. Tornou-se claro que a implementação de um ensino com estas características, durante as práticas supervisionadas, é complexa parecendo ser influenciada por constrangimentos diversos associados: a) à própria formação inicial de professores/as (professores/as cooperantes, supervisores/as e organização das práticas de ensino supervisionadas); b) ao contexto curricular português; c) às perspetivas das participantes sobre as capacidades dos/as alunos/as; d) e ao receio e in experiência das próprias participantes. Por esta razão, considera-se relevante que, em futuras investigações, seja feito o acompanhamento dos/as participantes de programas similares ao programa Ciência ao Vivo durante os primeiros anos de ensino. Provavelmente, na ausência de alguns dos constrangimentos identificados, será possível ter uma ideia mais clara sobre o potencial destes programas ao nível da transferência da experiência investigativa para a sala de aula.

A natureza dos constrangimentos identificados neste estudo sugere, ainda, que a mudança no pensamento e na prática dos/as (futuros/as) professores/as, exige um esforço global e integrado, por parte dos diferentes intervenientes no processo educativo. Tal como Anderson (2007) salienta “qualquer esforço de mudança tem que ser sistémico, ou seja, tem que atender a muitos aspetos da situação e tem que ser feito de forma a contemplar as inter-relações entre estas muitas facetas” (p. 824).

Recomendações

Uma consequência natural da compreensão mais detalhada das vivências decorrentes do programa Ciência ao Vivo, e dos seus efeitos, passa por tecer recomendações acerca das características que as colaborações entre cientistas e futuros/as professores do 1º e 2º CEB devem ter de forma a maximizar as suas potencialidades.

Em virtude da discussão realizada na secção anterior tornou-se evidente a necessidade de se introduzirem novos princípios de *design*, em particular, no que respeita à fase de recrutamento e seleção dos contextos reais de ciência e dos/as participantes. Além disso, há igualmente evidências que apontam para a necessidade de um acompanhamento e um suporte mais próximo, no sentido de ajudar os/as participantes a transferirem as experiências investigativas para a sala de aula. Assim, as recomendações vão centrar-se em três fases distintas: o recrutamento e a seleção dos contextos e dos/as participantes; o programa; e as práticas de ensino supervisionadas (Figura 22).

Relativamente à primeira fase, mais atenção deverá ser dada à seleção dos contextos reais de ciência. Equipas de investigação muito organizadas, capazes de fornecerem amplo suporte aos/às futuros/as professores/as, trabalhando em áreas de investigação onde as conceções dos/as participantes possam ser confrontadas, devem ser selecionados de forma a melhorar o impacto destes programas. É igualmente importante incluir contextos reais de ciência diversificados e que cubram uma vasta panóplia de métodos e, em particular, estudos de natureza descritiva e experimental. Se os contextos reais de ciência não evidenciarem o pluralismo metodológico característico das diferentes áreas da ciência, o programa poderá contribuir para o reforço de conceções menos informadas sobre as metodologias científicas.

Recomenda-se também a seleção de cientistas com experiência em colaborações com escolas e professores/as e que possam estabelecer relações com a futura prática profissional dos/as participantes, uma vez que foi um aspeto muito valorizado pelas participantes deste estudo. Para além disso, sugere-se a sensibilização destes profissionais para a importância de explicitarem as diferentes características da NC.



Figura 22. Recomendações acerca das características a valorizar nas colaborações entre cientistas e futuros/as professores do 1º e 2º CEB.

Quanto ao perfil dos/as eventuais destinatários/as de iniciativas similares, considera-se relevante selecionar futuros/as professores/as que mostrem uma elevada vontade de desenvolver aprendizagens de natureza didático-pedagógica. Será ainda pertinente que, no futuro, o processo de divulgação do programa Ciência ao Vivo contemple, para além da descrição das atividades e das suas finalidades, a apresentação de alguns testemunhos de anteriores participantes de forma a ilustrar os ganhos perspetivados pelos/as próprias. Assim, será possível aumentar o interesse de futuros/as professores/as no programa e promover o desenvolvimento de expectativas de índole didático-pedagógica.

A seleção dos/as futuros/as professores/as do 1º e 2º CEB, e sua posterior organização em grupos de reflexão, deve ser feita de forma a reunir uma grande diversidade de concepções sobre a NC. Esta recomendação resulta da forte relação entre o nível de reflexão alcançado nos seminários e a diversidade de concepções das participantes. Além disso, o diagnóstico das concepções dos/as potenciais participantes (através de entrevistas e da aplicação de questionários) deve ser feita tão cedo quanto possível, de forma a informar as restantes decisões a tomar, nomeadamente, a escolha dos contextos reais de ciência.

Com relação ao programa, a construção dos diários de bordo pelas participantes revelou-se um instrumento importante, no entanto, as suas potencialidades podem ser incrementadas. Sugere-se, por exemplo, a introdução de algumas questões que possam orientar a sua construção e, dessa forma, aumentar o nível e o foco da reflexão por parte dos/as participantes. A seleção do formato digital para a construção do diário de bordo parece ser uma opção a manter, pois permite que o/a moderador/a dos seminários tenha um acesso constante às vivências dos/das participantes.

Recomenda-se, igualmente, a realização de visitas aos contextos reais de ciência por parte do/a moderador/a dos seminários e a elaboração de um registo dessas observações. Desta forma, o/a moderador/a irá desenvolver um conhecimento mais profundo do contexto investigativo e, conseqüentemente, ficará mais apto/a a promover a contextualização dos diferentes aspetos da NC. Além disso, as notas de campo podem constituir mais um instrumento para a seleção de situações e episódios a serem discutidos nos seminários contribuindo, assim, para que as participantes reexaminem as suas concepções à luz do contexto real de ciência.

Relativamente aos seminários, aconselha-se a utilização de estratégias que possibilitem tornar as concepções iniciais dos/as participantes “públicas”. Caso sejam utilizados

instrumentos para diagnosticar essas concepções, a leitura das respostas dadas nesses instrumentos poderá ser uma forma simples de atingir esse objetivo.

Desta forma, os/as participantes terão oportunidade de, por um lado, ficar mais conscientes das suas próprias perspectivas e, por outro lado, compará-las com as ideias perfilhadas por outros/as. A este nível, o questionário *Views of nature of Science* (Abd-El-Khalick, 1998; Lederman et al., 2002) parece ser um instrumento adequado.

No âmbito do programa Ciência ao Vivo, a visualização de filmes que ilustrassem boas práticas pedagógicas foi a principal estratégia utilizada para fomentar as discussões didático-pedagógicas. Apesar desta abordagem encerrar potencialidades, apresentou algumas fragilidades dado não ter sido acompanhada de outras estratégias. Em primeiro lugar, tratando-se de casos ilustrativos de boas práticas, sem referência aos problemas e dificuldades, assim como às formas de contornar esses obstáculos, acabou por retratar uma realidade que, de acordo com algumas participantes, era demasiado utópica e irrealista. Acresce o facto de serem exemplos implementados noutros países, o que diminui a identificação das participantes com as situações retratadas.

Tendo em vista maximizar os efeitos destas experiências investigativas, ao nível das futuras práticas profissionais dos/as participantes, recomenda-se uma maior equilíbrio entre o tempo dedicado à exploração da NC nos contextos reais de ciência e à exploração desse tópico no contexto das salas de aula. Além disso, sugere-se uma maior diversidade de estratégias relativamente à reflexão sobre problemas pedagógicos e sobre os constrangimentos envolvidos na adoção de um ensino por investigação e sobre a NC. Neste âmbito, a utilização de incidentes críticos durante os seminários, à semelhança das respostas dadas ao questionário VNOS, pode constituir uma mais-valia. A leitura das propostas inicialmente construídas pelos/as participantes (antes do envolvimento no programa) e a sua posterior discussão pode promover o conhecimento sobre a NC e, simultaneamente, incrementar o conhecimento pedagógico sobre este tópico. Permitirá, por um lado, consciencializar os/as participantes sobre o seu (des)conhecimento acerca do ensino e aprendizagem da NC e, por outro lado, desenvolver um reportório de estratégias passíveis de serem implementadas quando incidentes semelhantes ocorrerem nas salas de aula.

Assim, ao invés de se organizarem seminários específicos para a construção do conhecimento sobre a NC e, posteriormente, sobre o conhecimento pedagógico para este conteúdo, recomenda-se uma organização mais integrada. A título ilustrativo, propõe-se a seguinte sequência para cada um dos seminários: 1) leitura das respostas

inicialmente dadas pelos/as participantes ao questionário VNOS; 2) análise e comparação das ideias veiculadas nessas respostas; 3) procura autónoma de situações vividas nos contextos reais de ciência que possibilitassem a reinterpretação das dimensões da NC em análise; 4) leitura e exploração de situações selecionadas pelo/a moderador/a para ilustrar e contextualizar a NC nos contextos reais de ciência; 5) leitura das propostas didáticas construídas pelos/as participantes a partir dos incidentes críticos; 6) análise e comparação das estratégias utilizadas nas propostas didáticas.

Apesar das recomendações anteriormente descritas serem valiosas, na medida em que irão permitir que os/as participantes destes programas passem a perspetivar a ciência e o seu ensino com outro olhar, a integração de novas ideias e práticas no contexto da sala de aula não é simples, nem linear. Por essa razão, importa suportar e apoiar os/as participantes durante as práticas de ensino supervisionadas. Este apoio pode ser consubstanciado através da disponibilização de recursos didáticos, *feedback* relativamente às planificações elaboradas pelos/as participantes, observação de aulas e posterior reflexão e discussão de ideias. Sugere-se, ainda, a criação de um fórum que permita dar continuidade ao processo colaborativo desenvolvido nos seminários.

As aprendizagens realizadas durante esta investigação informam, naturalmente, novas trajetórias investigativas. Pretende-se, num futuro próximo, implementar um novo programa que contemple todas estas recomendações.

Referências Bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F. (1998). *The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science*. (Tese de doutoramento). Oregon State University.
- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215–233. doi:10.1023/A:1016720417219
- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, 22(9), 2087–2107. doi:10.1007/s11191-012-9520-2
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785–810. doi:10.1002/sce.10143
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2009). The Influence of Metacognitive Training on Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2161–2184. doi:10.1080/09500690802563324
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417–436. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. doi:10.1080/09500690050044044
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057–1095. doi:10.1002/1098-2736(200012)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C
- Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105–1150). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405–1416. doi:10.1080/09500690802187041
- Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. L. (2010). *Designing and teaching the elementary science methods course*. Abingdon, Oxon: Routledge.
- Abell, S. K., Bryan, L. A., & Anderson, M. A. (1998). Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. *Science Education*, 82(4), 491–509. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<491::AID-SCE5>3.0.CO;2-6
- Abell, S. K., & Smith, D. C. (1994). What is science?: preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 16(4), 475–487. doi:10.1080/0950069940160407

- Adler, P., & Adler, P. (1994). Observational Techniques. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 377–392). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Akerson, V. L., & Abd-El-Khalick, F. (2003). Teaching elements of nature of science: A yearlong case study of a fourth-grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1025–1049. doi:10.1002/tea.10119
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295–317. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(200004)37:4<295::AID-TEA2>3.0.CO;2-2
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653–680. doi:10.1002/tea.20159
- Akerson, V., & Volrich, M. L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377–394. doi:10.1002/tea.20132
- Alexander, R. J. (2008). *Towards Dialogic Teaching: rethinking classroom talk*. Thirsk: Dialogos.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542. doi:10.1002/sce.20432
- Allchin, D. (2013). *Teaching the nature of science. Perspectives & Resources*. Saint Paul: SHiPS Education Press.
- Amado, J., & Ferreira, S. (2013). Documentos pessoais (e não pessoais). In J. Amado (Ed.), *Manual de investigação qualitativa em educação* (pp. 275–289). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Amado, J., & Vieira, C. C. (2013). A validação da investigação qualitativa. In J. Amado (Ed.), *Manual de investigação qualitativa em educação* (pp. 357–369). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report*. New York: Oxford University Press.
- Anderson, D., & Clark, M. (2012). Development of syntactic subject matter knowledge and pedagogical content knowledge for science by a generalist elementary teacher. *Teachers and Teaching*, 18(3), 315–330. doi:10.1080/13540602.2012.629838
- Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1–12.

- Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 807–830). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology : a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Banchi, H., & Bell, R. L. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29.
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M., & Weis, A. M. (2013). *Report of the 2012 National Survey of Science and Mathematics Education*. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc.
- Barab, S. A., & Hay, K. E. (2001). Doing Science at the Elbows of Experts: Issues Related to the Science Apprenticeship Camp. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 70–102.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. doi:10.1207/s15327809jls1301_1
- Barbour, R. (2009). *Grupos focais. Coleção pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed editora.
- Bell, P. (2004). On the Theoretical Breadth of Design-Based Research in Education. *Educational Psychologist*, 39(4), 243–253. doi:10.1207/s15326985ep3904_6
- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just Do It? Impact of a Science Apprenticeship Program on High School Students' Understandings of the Nature of Science and Scientific Inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487–509.
- Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 563–581. doi:10.1002/1098-2736(200008)37:6<563::AID-TEA4>3.0.CO;2-N
- Bell, R. L., Matkins, J. J., & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414–436. doi:10.1002/tea.20402
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- Bell, R., Mulvey, B., & Maeng, J. (2012). Beyond Understanding: Process Skills as a Context for Nature of Science Instruction. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 225–245). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-2457-0_11
- Bencze, L., & Hodson, D. (1999). Changing practice by changing practice: Toward more authentic science and science curriculum development. *Journal of Research*

in *Science Teaching*, 36(5), 521–539. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199905)36:5<521::AID-TEA2>3.0.CO;2-6

- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., & Granger, E. M. (2009). No silver bullet for inquiry: Making sense of teacher change following an inquiry-based research experience for teachers. *Science Education*, 93(2), 322–360. doi:10.1002/sce.20298
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Boud, D., Keogh, R., & Walker, D. (1985). Promoting Reflection in Learning: a Model. In D. Boud, R. Keogh, & D. Walker (Eds.), *Reflection: Turning experience into learning* (pp. 18–40). New York: Nichols Publishing Co.
- Boud, D., & Walker, D. (1993). Barriers to reflection on experience. In D. Boud, R. Cohen, & D. Walker (Eds.), *Using Experience for Learning* (pp. 73–86). Buckingham: The Society for Research into Higher Education and Open University Press.
- Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: the contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373–1388.
- Bredderman, T. (1982). The Effects of Activity-Based Elementary Science Programs on Student Outcomes and Classroom Practices: A Meta Analysis of Controlled Studies. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=ED216870>
- Brickhouse, N., & Bodner, G. M. (1992). The beginning science teacher: Classroom narratives of convictions and constraints. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 471–485. doi:10.1002/tea.3660290504
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. doi:10.1207/s15327809jls0202_2
- Brown, J., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42.
- Brown, P., Abell, S. K., Demir, A., & Schmidt, F. J. (2006). College science teachers' views of classroom inquiry. *Science Education*, 90(5), 784–802. doi:10.1002/sce.20151
- Brown, S., & Melear, C. (2007). Preservice Teachers' Research Experiences in Scientists' Laboratories. *Journal of Science Teacher Education*, 18(4), 573–597. doi:10.1007/s10972-007-9044-9
- Buchberger, F., Campos, B. P., Kallós, D., & Stephenson, J. (Eds.). (2000). *Green Paper on Teacher Education in Europe. High Quality Teacher Education for High Quality Education and Training*. Umeå: Thematic Network on Teacher Education in Europe (TNTEE).

- Bullough. (1997). Becoming a Teacher: Self and the Social Location of Teacher Education. In B. J. Biddle, T. L. Good, & I. F. Goodson (Eds.), *International Handbook of Teacher and Teaching* (pp. 79–134). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Burgin, S., Sadler, T., & Koroly, M. (2012). High School Student Participation in Scientific Research Apprenticeships: Variation in and Relationships Among Student Experiences and Outcomes. *Research in Science Education*, 42(3), 439–467. doi:10.1007/s11165-010-9205-2
- Buxton, C. A. (2006). Creating contextually authentic science in a “low-performing” urban elementary school. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 695–721. doi:10.1002/tea.20105
- Bybee, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrell & E. H. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 20–46). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Bybee, R. (2004). Scientific Inquiry and Science Teaching. In L. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 1–14). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-1-4020-5814-1_1
- Bybee, R., & DeBoer, G. (1994). Research on Goals for the Science Curriculum. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 357–387). New York: Macmillan.
- Cachapuz, A., Praia, J., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., & Terrades, I. M. (2001). A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 155–195.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: Um repensar epistemológico. *Ciências & Educação*, 10(3), 363–381.
- Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F., & Martins, I. (2000). Uma visão sobre o ensino das Ciências no pós-mudança conceptual: Contributos para a formação de professores. *Inovação*, 13(2-3).
- Canavarro, J. (2000). *O que se pensa sobre a Ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Capps, D., & Crawford, B. (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497–526. doi:10.1007/s10972-012-9314-z
- Cartrette, D. P., & Melroe-Lehrman, B. M. (2012). Describing Changes in Undergraduate Students’ Preconceptions of Research Activities. *Research in Science Education*, 42(6), 1073–1100.
- Charpak, G. (1996). *As Ciências na Escola Primária. Uma proposta de acção*. Mem Martins: Editorial Inquérito.

- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175–218. doi:10.1002/sce.10001
- Clough, M. (2006). Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for Effective Nature of Science Instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494. doi:10.1007/s11191-005-4846-7
- Cobb, P., & Bowers, J. (1999). Cognitive and Situated Learning Perspectives in Theory and Practice. *Educational Researcher*, 28(2), 4–15.
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A. A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Coble, C. R., & Rice, D. R. (1980). A Project to Promote Elementary Science In North Carolina, Part I: Awareness*. *School Science and Mathematics*, 80(8), 661–666. doi:10.1111/j.1949-8594.1980.tb09961.x
- Coffey, A., & Atkinson, P. (1996). *Making Sense of Qualitative Data: Complementary Research Strategies*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. R. B. (2007). *Research Methods in Education*. New York: RoutledgeFalmer.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42–44.
- Collins, A. (1992). Toward a Design Science of Education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New Directions in Educational Technology* (pp. 15–22). Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-642-77750-9_2
- Collins, A., Brown, J., & Newman, S. E. (1987). *The new apprenticeship: teaching students the craft of reading, writing and mathematics*. Cambridge.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42. doi:10.1207/s15327809jls1301_2
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Crawford, B. A. (1999). Is It Realistic to Expect a Preservice Teacher to Create an Inquiry-based Classroom? *Journal of Science Teacher Education*, 10(3), 175–194. doi:10.1023/A:1009422728845
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916–937. doi:10.1002/1098-2736(200011)37:9<916::AID-TEA4>3.0.CO;2-2
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613–642. doi:10.1002/tea.20157

- Crawford, B. A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In N. G. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 515–541). New York: Routledge.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. London: Sage Publications.
- Dana, T. M., Campbell, L. M., & Lunetta, V. N. (1997). Theoretical Bases for Reform of Science Teacher Education. *The Elementary School Journal*, 97(4), 419–432.
- DBRC. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. doi:10.3102/0013189X032001005
- DEB. (2004). *Organização curricular e programas. 1º Ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DeBoer, G. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. doi:10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L
- DeBoer, G. (2004). Historical Perspectives On Inquiry Teaching In Schools. In L. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 17–35). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-1-4020-5814-1_2
- DEM. (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1994). Introduction: Entering the field of qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 1–17). London: Sage Publications.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2003). Introduction: Entering the Field of Qualitative Research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Collecting and Interpreting Qualitative Materials* (pp. 1–46). Washington, DC: Sage Publications.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2008). Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Landscape of Qualitative Research* (pp. 1–44). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Department of Education and Science. (1978). *Primary Education in England. A survey by HM Inspectors of Schools*. London. Recuperado de <http://www.educationengland.org.uk/documents/hmi-primary/hmi-primary.html#02>
- Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science*, 31(787), 121–127. doi:10.2307/1634781
- Dewey, J. (1916). Method in science teaching. *General Science Quarterly*, 1(1), 3–9. doi:10.1002/sce.3730010101

- Dewey, J. (1997). *Democracy and Education*. New York: Simon & Schuster.
- Dewey, J. (2002). *A escola e a sociedade: a criança e o currículo*. Lisboa: Relógio D'Água.
- Dixon, P., & Wilke, R. (2007). The influence of a teacher research experience on elementary teachers' thinking and instruction. *Journal of Elementary Science Education*, 19(1), 25–43. doi:10.1007/BF03173652
- Dreon, O., & McDonald, S. (2011). Being in the hot spot: a phenomenological study of two beginning teachers' experiences enacting inquiry science pedagogy. *Teachers and Teaching*, 18(3), 297–313. doi:10.1080/13540602.2012.629837
- Dresner, M. (2002). Teachers in the Woods: Monitoring Forest Biodiversity. *The Journal of Environmental Education*, 34(1), 26–31. doi:10.1080/00958960209603479
- Dresner, M., & Worley, E. (2006). Teacher Research Experiences, Partnerships with Scientists, and Teacher Networks Sustaining Factors from Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 17(1), 1–14.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young peoples's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (1998). Learning in Science-From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. In B. J. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 3–26). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121. doi:10.1207/S15327809JLS1101_4
- Eick, C., Meadows, L., & Balkcom, R. (2005). Breaking into Inquiry: Scaffolding Supports Beginning Efforts to Implement Inquiry in the Classroom. *Science Teacher*, 72(7), 49–53.
- Enderle, P., Dentzau, M., Roseler, K., Southerland, S., Granger, E., Hughes, R., ... Saka, Y. (2014). Examining the Influence of RETs on Science Teacher Beliefs and Practice. *Science Education*, 98(6), 1077–1108. doi:10.1002/sce.21127
- Eshach, H. (2006). *Science literacy in primary school and pre-schools*. Dordrecht: Springer.

- Estrela, A. (1990). *Teoria e prática de observação de classes: uma estratégia de formação de professores*. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Faria, C., Freire, S., Cecília, G., Reis, P., & Figueiredo, O. (2014). “Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), 1–22.
- Fazio, X., Melville, W., & Bartley, A. (2010). The Problematic Nature of the Practicum: A Key Determinant of Pre-service Teachers' Emerging Inquiry-Based Science Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 21(6), 665–681. doi:10.1007/s10972-010-9209-9
- Feiman-Nemser, S. (2001). From Preparation to Practice: Designing a Continuum To Strengthen and Sustain Teaching. *Teachers College Record*, 103(6), 1013–55.
- Feiman-Nemser, S., & Remillard, J. (1996). Perspectives on Learning to Teach. In F. B. Murray (Ed.), *Building a knowledge base for the preparation of teachers* (pp. 63–91). San Francisco: Jossey-Bass.
- Feldman, A., Divoll, K., & Rogan-Klyve, A. (2009). Research education of new scientists: Implications for science teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 442–459. doi:10.1002/tea.20285
- Feldman, A., Divoll, K., & Rogan-Klyve, A. (2013). Becoming Researchers: The Participation of Undergraduate and Graduate Students in Scientific Research Groups. *Science Education*, 97(2), 218–243. doi:10.1002/sce.21051
- Fensham, P. J. (1992). Science and technology. In P. W. Jackson (Ed.), *Handbook of Research on Curriculum* (pp. 789–829). New York: Macmillan.
- Firestone, J., Wong, S., Luft, J., & Fay, D. (2012). The Nature of Science or the Nature of Teachers: Beginning Science Teachers' Understanding of NOS. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 189–206). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-2457-0_9
- Fischman, M. W. (2000). Informed Consent. In B. D. Sales & S. Folkman (Eds.), *Ethics in research with human participants* (pp. 35–48). Washington, DC: American Psychological Association.
- Fishman, B., Marx, R. W., Blumenfeld, P., Krajcik, J., & Soloway, E. (2004). Creating a Framework for Research on Systemic Technology Innovations. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 43–76. doi:10.1207/s15327809jls1301_3
- Flick, U. (2009). *Desenho da pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed Editora - Bookman.
- Folkman, S. (2000). Privacy and Confidentiality. In B. D. Sales & S. Folkman (Eds.), *Ethics in research with human participants* (pp. 49–58). Washington, DC: American Psychological Association.

- Fontana, A., & Frey, J. H. (1994). Interviewing: The art of science. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 361–377). London: Sage Publications.
- France, B., & Compton, V. (2012). Bringing communities together. Why Bother Connecting? In B. France & V. Compton (Eds.), *Bringing Communities Together. Connecting Learners with Scientists or Technologists* (pp. 1–14). Rotterdam: Sense Publishers.
- Friedrichsen, P., Driel, J. H. Van, & Abell, S. K. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, 95(2), 358–376. doi:10.1002/sce.20428
- Fulp, S. L. (2002). *2000 National Survey of Science and Mathematics Education: Status of elementary school science teaching*. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). *Educational Research: An Introduction*. Boston: Allyn & Bacon.
- Galvão, C., Faria, C., & Freire, A. (2013). Portuguese curricular reform and teachers practices: An evaluation 12 years later. In *ESERA conference*. Cyprus.
- Galvão, C., Faria, C., Freire, S., & Baptista, M. (2013). Curriculum conception, implementation and evaluation: an experience. In B. Akpan (Ed.), *Science Education: A Global Perspective* (pp. 228–252). Abuja: Next Generation Education.
- Garcia, C. M. (1999). *Formação de professores. Para uma mudança educativa*. Porto: Porto Editora.
- Gess-Newsome, J. (1999a). Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 3–17). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. doi:10.1007/0-306-47217-1_1
- Gess-Newsome, J. (1999b). Secondary Teachers' Knowledge and Beliefs about Subject Matter and their Impact on Instruction. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 51–94). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. doi:10.1007/0-306-47217-1_3
- Gilbert, J. K. (2010). Supporting the development of effective science teachers. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching* (pp. 274–300). Maidenhead: Open University Press.
- Greeno, J. G. (1997). Response: On Claims That Answer the Wrong Questions. *Educational Researcher*, 26(1), 5–17.
- Greeno, J. G., Collins, A., & Resnick, L. B. (1996). Cognition and learning. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 15–46). New York: Macmillan.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.

- Grossman, P. L., Wilson, S. M., & Shulman, L. S. (1989). Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. In M. Reynolds (Ed.), *The Knowledge Base for Beginning Teachers* (pp. 23–36). New York: Pergamon.
- Hanuscin, D. L., & Hian, J. (2009). Developing pedagogical content knowledge for teaching the nature of science: Lesson from a mentor-mentee relationship. In *Annual meeting of the National Association for Research on Science Teaching*. Orange Grove, CA.
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145–167. doi:10.1002/sce.20404
- Harlen, W. (1983). *New Trends in Primary School Science Education*. Paris: Unesco.
- Harlen, W. (1997). Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom. *Research in Science Education*, 27(3), 323–337. doi:10.1007/BF02461757
- Harlen, W. (2008). Science as a key component of the primary curriculum: a rationale with policy implications. *Perspectives on Education 1 (Primary Science)*, 4–18. Recuperado de from www.wellcome.ac.uk/perspectives
- Harlen, W., & Qualter, A. (2014). *The Teaching of Science in Primary Schools*. London: Routledge.
- Hay, K. E., & Barab, S. A. (2001). Constructivism in Practice: A Comparison and Contrast of Apprenticeship and Constructionist Learning Environments. *Journal of the Learning Sciences*, 10(3), 281–322. doi:10.1207/S15327809JLS1003_3
- Hayes, M. (2002). Elementary Preservice Teachers' Struggles to Define Inquiry-Based Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 13(2), 147–165. doi:10.1023/A:1015169731478
- Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), 23–48.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *School Review*, 79(2), 171–212.
- Hesse-Biber, S. N., & Leavy, P. (2006). *The Practice of Qualitative Research*. London: Sage Publications.
- Hodson, D. (1993). Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences, and children's understanding of science: Some preliminary findings. *Interchange*, 24(1-2), 41–52. doi:10.1007/BF01447339
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115–135. doi:10.1080/0022027980280201
- Hodson, D. (2008). *Towards Scientific Literacy: A Teachers' Guide to the History, Philosophy and Sociology of Science*. Rotterdam: Sense Publishers.

- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about Science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the Future. Building a Curriculum for Social Activism*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodson, D. (2014). Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases. In M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 911–970). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-7654-8_28
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362. doi:10.1080/09500690601007549
- Host, V. (1983). Science in primary schools in France. In W. Harlen (Ed.), *New Trends in Primary School Science Education* (pp. 30–37). Paris: Unesco.
- Hughes, R., Molyneaux, K., & Dixon, P. (2012). The Role of Scientist Mentors on Teachers' Perceptions of the Community of Science During a Summer Research Experience. *Research in Science Education*, 42(5), 915–941. doi:10.1007/s11165-011-9231-8
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407–416. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G
- Ireland, J., Watters, J., Brownlee, J., & Lupton, M. (2012). Elementary Teacher's Conceptions of Inquiry Teaching: Messages for Teacher Development. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 159–175. doi:10.1007/s10972-011-9251-2
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20(7-8), 591–607. doi:10.1007/s11191-010-9293-4
- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. In M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 999–1021). Dordrecht: Springer.
- James, R. K., & Hord, S. M. (1988). Implementing Elementary School Science Programs. *School Science and Mathematics*, 88(4), 315–334. doi:10.1111/j.1949-8594.1988.tb11819.x
- Karplus, R. (1964). The science curriculum improvement study. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(4), 293–303. doi:10.1002/tea.3660020406
- Kelly, A. E. (2010). When is Design Research Appropriate. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Introduction to educational design research* (pp. 73–88). Enschede: SLO.
- Keys, C., & Bryan, L. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631–645. doi:10.1002/tea.1023

- Keys, C., & Kennedy, V. (1999). Understanding Inquiry Science Teaching in Context: A Case Study of an Elementary Teacher. *Journal of Science Teacher Education*, 10(4), 315–333. doi:10.1023/A:1009406511999
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- Khishfe, R., & Lederman, N. G. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395–418. doi:10.1002/tea.20137
- Khishfe, R., & Lederman, N. G. (2007). Relationship between Instructional Context and Views of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939–961. doi:10.1080/09500690601110947
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169–204. doi:10.1080/03057260903142285
- Kubli, F. (2005). Science Teaching as a Dialogue – Bakhtin, Vygotsky and some Applications in the Classroom. *Science & Education*, 14(6), 501–534. doi:10.1007/s11191-004-8046-7
- Kuhn, T. S. (1996). *The Structure of Scientific Revolutions* (3rd ed.). London: The University of Chicago Press.
- Langford, K., & Huntley, M. (1999). Internships as Commencement: Mathematics and Science Research Experiences as Catalysts for Preservice Teacher Professional Development. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2(3), 277–299. doi:10.1023/A:1009954603753
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: mind, mathematics, and culture in everydaylife*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J. (1996). Teaching, as Learning, in Practice. *Mind, Culture, and Activity*, 3(3), 149–164. doi:10.1207/s15327884mca0303_2
- Lave, J. (1997). The culture of acquisition and the practice of understanding. In K. D & J. Whitson (Eds.), *Situated Cognition* (pp. 17–36). Mahwah: Erlbaum.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359. doi:10.1002/tea.3660290404
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916–929. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199910)36:8<916::AID-TEA2>3.0.CO;2-A

- Lederman, N. G. (2004). Syntax Of Nature Of Science Within Inquiry And Science Instruction. In L. Flick & N. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (Vol. 25, pp. 301–317). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-1-4020-5814-1_14
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of NOS. In W. F. McComas (Ed.), *NOS in science education: Rationales and strategies* (pp. 83–126). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. doi:10.1002/tea.10034
- Lederman, N. G., Bartos, S. A., & Lederman, J. S. (2014). The Development, Use, and Interpretation of Nature of Science Assessments. In M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 971–997). Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (pp. 600–620). New York: Routledge.
- Lotter, C. (2004). Preservice science teachers' concerns through classroom observations and student teaching: Special focus on inquiry teaching. *Science Educator*, 13(1), 29–38.
- Lotter, C., Harwood, W. S., & Bonner, J. J. (2007). The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(9), 1318–1347. doi:10.1002/tea.20191
- Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K. E., Mundry, S., & Hewson, P. W. (2003). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95–132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. doi:10.1007/0-306-47217-1_4
- Martin, B., Kass, H., & Brouwer, W. (1990). Authentic science: A diversity of meanings. *Science Education*, 74(5), 541–554. doi:10.1002/sce.3730740505
- Martin, D. (2011). *Elementary Science Methods: A Constructivist Approach*. Belmont: Cengage Learning.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34–37.

- Martins, I., Abelha, M., Costa, N., & Roldão, M. (2011). Impacto do currículo português das ciências físicas e naturais nas práticas docentes. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(4), 771–788.
- Martins, I., Veiga, L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A. V., & Couceiro, F. (2006). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação/Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Martins, I., & Veiga, M. L. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Maskiewicz, A. C., & Winters, V. A. (2012). Understanding the co-construction of inquiry practices: A case study of a responsive teaching environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 429–464. doi:10.1002/tea.21007
- Matthews, M. R. (2002). Constructivism and Science Education: A Further Appraisal. *Journal of Science Education and Technology*, 11(2), 121–134. doi:10.1023/A:1014661312550
- Matthews, M. R. (2012). Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 3–26). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-2457-0_1
- McComas, W., Clough, M., & Almazroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In W. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education* (pp. 3–39). Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/0-306-47215-5_1
- McComas, W. F. (2014). *The Language of Science Education*. Rotterdam: SensePublishers. doi:10.1007/978-94-6209-497-0
- McDiarmid, G. W. (1990). Challenging Prospective Teachers' Beliefs During Early Field Experience: A Quixotic Undertaking? *Journal of Teacher Education*, 41(3), 12–20. doi:10.1177/002248719004100303
- McDonald, C. (2008). *Exploring the influence of a science content course incorporating explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science*. (Tese de doutoramento). Queensland University of Technology.
- McGinnis, J. R., Parker, C., & Graeber, A. O. (2004). A cultural perspective of the induction of five reform-minded beginning mathematics and science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 720–747. doi:10.1002/tea.20022
- McKenney, S., & Reeves, T. (2012). *Conducting Educational Design Research: What it is, How we do it, and Why*. London: Routledge.
- McKenney, S., & Reeves, T. (2014a). Educational Design Research. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 131–140). New York: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-3185-5_11

- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2014b). Methods of evaluation and reflection in design research. *Zeitschrift Für Berufs- Und Wirtschaftspädagogik*, 27, 141–153.
- Melear, C. (1999). Middle and Secondary Science Teacher Opinions about Working in Scientists' Laboratories during Preservice Preparation. *Electronic Journal of Science Education*, 4(2).
- Melear, C., Goodlaxson, J., Warne, T., & Hickok, L. (2000). Teaching Preservice Science Teachers How to Do Science: Responses to the Research Experience. *Journal of Science Teacher Education*, 11(1), 77–90.
doi:10.1023/A:1009479915967
- Merriam, S. B. (1995). What Can You Tell From an N of 1?: Issues of Validity and reliability in Qualitative Research. *PAACE Journal of Lifelong Learning*, 4(1), 51–60.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Millar, R., & Driver, R. (1987). Beyond Processes. *Studies in Science Education*, 14(1), 33–62. doi:10.1080/03057268708559938
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College.
- Minogue, J., Madden, L., Bedward, J., Wiebe, E., & Carter, M. (2010). The Cross-Case Analyses of Elementary Students' Engagement in the Strands of Science Proficiency. *Journal of Science Teacher Education*, 21(5), 559–587.
doi:10.1007/s10972-010-9195-y
- Minstrell, J. (2000). Implications for teaching and learning inquiry: a summary. In J. Minstrell & E. H. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 471–496). New York: American Association for the Advancement of Science.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2000). Analysing discourse in the science classroom. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Eds.), *Improving Science Education: The contribution of research* (pp. 126–142). Buckingham: Open University Press.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigação Em Ensino Das Ciências*, 7(3), 283–306.
- Murcia, K., & Schibeci, R. (1999). Primary student teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1123–1140.
doi:10.1080/095006999290101
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press.

- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nieveen, N. (2010). Formative Evaluation in Educational Design Research. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *An Introduction to Educational Design Research* (pp. 89–102). Enschede: SLO.
- Nilsson, P., & Loughran, J. (2012). Exploring the Development of Pre-Service Science Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699–721. doi:10.1007/s10972-011-9239-y
- Nott, M., & Wellington, J. (1996). Probing teachers' views of the nature of science: how should we do it and where should we be looking? In G. Welford, J. Osborne, & P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe. Currents issues and themes* (pp. 244–253). London: Routledge.
- Nott, M., & Wellington, J. (1998). Eliciting, Interpreting and Developing Teachers' Understandings of the Nature of Science. *Science & Education*, 7(6), 579–594. doi:10.1023/A:1008631328479
- Nóvoa, A. (1992). Nota de Apresentação. In A. Nóvoa (Ed.), *Os professores e a sua formação* (pp. 9–12). Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Oppenheim, A. N. (1992). *Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement*. London: Pinter Publishers.
- Orey, M. A., & Nelson, W. A. (1997). The impact of situated cognition: Instructional design paradigms in transition. In C. R. Dils & A. J. Romiszowski (Eds.), *Instructional development paradigms* (pp. 283–296). Englewood Cliffs: Educational Technology.
- Osborne, J. (2010). Science for citizenship. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching* (pp. 46–67). Maidenhead: Open University Press.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720. doi:10.1002/tea.10105
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections : a Report to the Nuffield Foundation*. Nuffield Foundation.
- Osborne, J., & Simon, S. (1996). Primary Science: Past and Future Directions. *Studies in Science Education*, 27(1), 99–147. doi:10.1080/03057269608560079
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). Children's science. In R. Osborne & P. Freyberg (Eds.), *Learning in Science* (pp. 5–14). Auckland: Heinemann.

- Paixão, F., & Cachapuz, A. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(2), 69–77.
- Palincsar, A. S. (1998). Social constructivist perspective on teaching and learning. *Annual Review of Psychology*, 49, 345–375.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284. doi:10.1007/s11165-007-9049-6
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Pereira, A. I., & Amador, F. (2007). A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 6(1), 191–216.
- Plomp, T. (2010). Educational design research: An introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *An Introduction to Educational Design Research* (pp. 9–36). Enschede: SLO.
- Ponte, J. P. (1998). Da formação ao desenvolvimento profissional. In *Encontro Nacional de Professores de Matemática* (pp. 27–44). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Pop, M., Dixon, P., & Grove, C. (2010). Research Experiences for Teachers (RET): Motivation, Expectations, and Changes to Teaching Practices due to Professional Program Involvement. *Journal of Science Teacher Education*, 21(2), 127–147. doi:10.1007/s10972-009-9167-2
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
- Praia, J., & Cachapuz, A. (1994a). Para uma reflexão em torno das concepções epistemológicas dos professores de Ciências, ensinos básico (3º Ciclo) e secundário. *Revista Portuguesa de Educação*, 7(1), 37–45.
- Praia, J., & Cachapuz, A. (1994b). Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 12(3), 350–354.
- Praia, J., Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, 13(2), 141–156.
- Putnam, R. T., & Borko, H. (1997). Teacher learning: Implications of new views of cognition. In B. J. Biddle, T. L. Good, & I. F. Goodson (Eds.), *The international handbook of teachers and teaching* (pp. 1223–1296). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Putnam, R. T., & Borko, H. (2000). What Do New Views of Knowledge and Thinking Have to Say about Research on Teacher Learning? *Educational Researcher*, 9(1), 4–15.
- Rahm, J., Miller, H. C., Hartley, L., & Moore, J. C. (2003). The Value of an Emergent Notion of Authenticity: Examples from Two Student/Teacher-Scientist Partnership Programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 737–756.
- Raphael, J., Tobias, S., & Greenberg, R. (1999). Research Experience as a Component of Science and Mathematics Teacher Preparation. *Journal of Science Teacher Education*, 10(2), 147–158. doi:10.1023/A:1009476025192
- Reeves, T. C. (2006). Design research from a technology perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 52–66). London: Routledge.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 102–119). New York: Macmillan.
- Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels.
- Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3–24. doi:10.1080/0950069022000070261
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Roth, K. J., Druker, S. L., Garnier, H. E., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., ... Warvi, D. (2006). *Highlights from the TIMSS 1999 video study of eighth-grade science teaching*. Washington.
- Roth, W.-M., & Barton, A. (2004). *Rethinking scientific literacy*. Londres: Routledge Falmer.
- Roth, W.-M., & Lavoie, D. R. (2001). Introduction. In D. Lavoie & W.-M. Roth (Eds.), *Models of science teacher preparation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Roth, W.-M., McGinn, M., & Bowen, G. M. (1998). How Prepared Are Preservice Teachers to Teach Scientific Inquiry? Levels of Performance in Scientific Representation Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 9(1), 25–48. doi:10.1023/A:1009465505918
- Rowell, P. M., & Ebbers, M. (2004). *Elementary Science Education in Alberta Schools: A Summary Report*. Centre for Mathematics, Science and Technology Education, University of Alberta.
- Rutherford, F. J. (1964). The role of inquiry in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(2), 80–84. doi:10.1002/tea.3660020204

- Ryder, J., & Leach, J. (1999). University science students' experiences of investigative project work and their images of science. *International Journal of Science Education*, 21(9), 945–956. doi:10.1080/095006999290246
- Sá, J. (1996). *Estratégias de Desenvolvimento do Pensamento Científico em Crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico*. Universidade do Minho.
- Sá, J. (2002). *Renovar as práticas no 1.º ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- Sadler, T. D., Burgin, S., McKinney, L., & Ponjuan, L. (2010). Learning science through research apprenticeships: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235–256. doi:10.1002/tea.20326
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199–201. doi:10.1207/s15326985ep3904_1
- Santos, M. E. (2005). *Que educação? (Tomo I)*. Lisboa: Santos-Edu.
- Schwab, J. (1966). The teaching of science as enquiry. In J. Schwab & P. F. Brandwein (Eds.), *The teaching of science* (pp. 1–103). Cambridge: Harvard University Press.
- Schwartz, R., & Crawford, B. (2004). Authentic Scientific Inquiry As Context For Teaching Nature Of Science: Identifying Critical Elements for success. In L. Flick & N. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 331–355). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-1-4020-5814-1_16
- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2008). What Scientists Say: Scientists' views of nature of science and relation to science context. *International Journal of Science Education*, 30(6), 727–771. doi:10.1080/09500690701225801
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645.
- Schwartz, R. S., Northcutt, C., Mesci, G., & Stapleton, S. (2013). Science research to science teaching: Developing preservice teachers' knowledge and pedagogy for nature of science and inquiry. Recuperado de http://www.wmich.edu/cas/experts/docs/Schwartz_2013NARST_paper2.pdf
- Schwartz, R. S., Westerlund, J., García, D., & Taylor, T. (2010). The Impact of Full Immersion Scientific Research Experiences on Teachers' Views of the Nature of Science. *Electronic Journal of Science Education*, 14(1), 1–40.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605–631. doi:10.1002/sce.20131

- Seidman, I. (2006). *Interviewing as Qualitative Research. A Guide for Researchers in Education and the Social Sciences*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Simpson, M., & Tuson, J. A. (2003). *Using Observations in Small-scale Research: A Beginner's Guide*. Glasgow: The SCORE Centre, University of Glasgow.
- Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham: Open University Press.
- Songer, N. B., Lee, H.-S., & Kam, R. (2002). Technology-rich inquiry science in urban classrooms: What are the barriers to inquiry pedagogy? *Journal of Research in Science Teaching*, 39(2), 128–150. doi:10.1002/tea.10013
- Stake, R. E., & Easley, J. (1978). *Case studies in science education*. Urbana: University of Illinois.
- Stephan, M., & Cobb, P. (2013). Teachers engaging in mathematics design research. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research – Part B: Illustrative cases* (pp. 277–298). Enschede: SLO.
- Thiry, H., & Laursen, S. (2011). The Role of Student-Advisor Interactions in Apprenticing Undergraduate Researchers into a Scientific Community of Practice. *Journal of Science Education and Technology*, 20(6), 771–784. doi:10.1007/s10956-010-9271-2
- Thomaz, M., Cruz, M., Martins, I., & Cachapuz, A. (1996). Concepciones de Futuros Profesores del Primer Ciclo de Primaria sobre la Naturaleza de la Ciencia: contribuciones de la formación inicial. *Enseñanza de Las Ciencias*, 14(3), 315–322.
- Traianou, A. (2007). *Understanding Teacher Expertise in Primary Science: A Sociocultural Approach*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In J. van den Akker, N. Nieveen, R. M. Branch, K. L. Gustafson, & T. Plomp (Eds.), *Design methodology and developmental research in education and training* (pp. 1–14). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 3–7). London: Routledge.
- Van Zee, E. H., Iwasyk, M., Kurose, A., Simpson, D., & Wild, J. (2001). Student and teacher questioning during conversations about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 159–190. doi:10.1002/1098-2736(200102)38:2<159::AID-TEA1002>3.0.CO;2-J

- Varelas, M., House, R., & Wenzel, S. (2005). Beginning Teachers Immersed into Science: Scientist and Science Teacher Identities. *Science Education*, 89(3), 492–516.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society - The Development of Higher Psychological Processes*. (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Cambridge: Harvard University Press.
- Wahbeh, N., & Abd-El-Khalick, F. (2013). Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 1–42. doi:10.1080/09500693.2013.786852
- Wallace, C., & Kang, N. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936–960. doi:10.1002/tea.20032
- Wallace, J. (2003). Learning about teacher learning: Reflections of a Science Educator. In J. Wallace & J. Loughran (Eds.), *Leadership and professional development in Science Education* (pp. 1–16). London: Routledge.
- Wang, F., & Hannafin, M. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23. doi:10.1007/BF02504682
- Warwick, P. (2000). Developing a scientific way of working with younger children. In P. Warwick & R. Linfield (Eds.), *Science 3-13: The Past, The Present and Possible Futures* (pp. 49–63). Abingdon, Oxon: Routledge.
- Weiss, I. R. (1978). Report of the 1977 National Survey of Science, Mathematics, and Social Studies Education. Final Report. Recuperado de <http://eric.ed.gov/?id=ED152565>
- Weiss, I. R., Pasley, J. D., Smith, P. S., Banilower, E. R., & Heck, D. J. (2003). *Looking inside the classroom. A Study of K–12 Mathematics and Science Education in the United States*. Chapel Hill.
- Welch, W. W., Klopfer, L. E., Aikenhead, G. S., & Robinson, J. T. (1981). The role of inquiry in science education: Analysis and recommendations. *Science Education*, 65(1), 33–50. doi:10.1002/sce.3730650106
- Westerlund, J., García, D., Koke, J., Taylor, T., & Mason, D. (2002). Summer Scientific Research for Teachers: The Experience and its Effect. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 63–83. doi:10.1023/A:1015133926799
- Wheeler, G. F. (2000). The three faces of inquiry. In J. Minstrell & E. H. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 14–19). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112–143. doi:10.1002/sce.10044

- Windschitl, M. (2004). Folk theories of “inquiry:” How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481–512. doi:10.1002/tea.20010
- Zabalza, M. A. (1994). *Diários de aula: contributo para o estudo dos dilemas práticos dos professores*. Porto: Porto Editora.
- Zeichner, K. M. (2008). Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. *Educação & Sociedade*, 29(103), 535–554.

Apêndices

Apêndice A

Apresentação do programa Ciência ao Vivo aos/às investigadores/as

Encontro-me, neste momento, a desenvolver um projeto de investigação, na área da Didática das Ciências. O estudo visa compreender de que modo a participação em atividades científicas, em contextos reais de ciência, poderá contribuir para o desenvolvimento profissional de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico.

Nesse sentido, gostaria que explicar de forma mais detalhada os objetivos deste estudo e indagá-lo/la sobre a possibilidade de aceitar futuros/as professores/as no vosso laboratório.

Com os melhores cumprimentos,

Bianor Valente

Apêndice B

Divulgação do programa Ciência ao Vivo junto dos/as alunos/as

Caros/as alunos/as,

Estou neste momento a desenvolver um projeto de investigação no âmbito do meu doutoramento em Didática das Ciências, no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

O estudo visa compreender de que modo a participação em atividades científicas, em contextos reais de ciência, poderá contribuir para o desenvolvimento profissional de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico. Por essa razão, pretendo conceber um programa - “Ciência ao Vivo” - que contemplará duas abordagens distintas mas complementares:

- “fazer ciência” - realização de atividades em contextos reais de ciência. Esta componente terá a duração de três a quatro semanas (durante o próximo mês de setembro). Pretende-se que os/as alunos/as vivenciem o trabalho realizado no laboratório/campo e desenvolvam atividades práticas de cariz investigativo em colaboração com cientistas.
- “refletir sobre a ciência” - frequência de seminários semanais organizados pela investigadora. Estes seminários visam a partilha de experiências entre os/as participantes.

Se estiverem interessados/as em participar neste programa entrem em contato comigo através do e-mail. Terei todo o gosto em explicar, de forma mais detalhada, o programa e os seus objetivos. Para além de vos entregar um diploma de suplemento ao mestrado, julgo que este programa será uma mais-valia: não é todos os dias que terão a oportunidade de trabalhar com cientistas e ver a ciência “ao vivo e a cores”.

Apêndice C

Termo de Consentimento Livre e Informado

Gostaríamos de convidá-lo/la a participar no estudo intitulado “Aproximando futuros/as professores/as e cientistas na promoção da literacia científica”, que tem como objetivo investigar de que modo a participação em atividades científicas, em contextos reais de ciência, com ênfase numa abordagem explícita e reflexiva da natureza da ciência, poderá contribuir para o desenvolvimento profissional de professores/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico.

A pesquisa, de natureza qualitativa, consistirá na análise de conteúdo de questionários, entrevistas, e recursos resultante da sua frequência no programa Ciência ao Vivo, bem como da observação realizada pela investigadora.

A participação neste estudo é voluntária. Em qualquer momento, poderá desistir sem qualquer prejuízo. A informação obtida neste estudo será estritamente confidencial e a identidade dos/as participantes não será revelada.

Em caso de concordância com as considerações expostas, solicitamos que assine este “Termo de Consentimento” no local indicado abaixo.

Eu, _____, assino o termo de consentimento, após esclarecimento e concordância com os objetivos e condições da realização da pesquisa “Aproximando futuros/as professores/as e cientistas na promoção da literacia científica”, permitindo, também, que os resultados deste estudo sejam divulgados sem a menção dos nomes dos/as participantes.

Apêndice D

Exemplo de um guião da entrevista de *follow-up* (Q1fu)

Participante: Helena

Resposta à pergunta 2 - como é que poderias descrever o que é e como se desenrola uma experiência científica?

Resposta à pergunta 3 - quantas experiências, quantas evidências devem ser feitas para se perceber que uma hipótese está correta?

Resposta à pergunta 5 – aqui fazes uma clara diferença entre o que é uma teoria e uma lei. Olhando para elas, por exemplo em termos de importância, de estatuto, achas que faria algum sentido hierarquizar estes dois conceitos?

Resposta à pergunta 6 - podes esclarecer um pouco mais a tua resposta? Tu dizes, por um lado, eles têm a certeza, porém, como ainda não é possível chegar ao interior da terra...

Resposta à pergunta 7 - indicas que a criatividade e imaginação são importantes quer ao nível de colocação, recolha e até mesmo no seu tratamento. Na tua opinião a imaginação é útil na criação de explicações?

Resposta à pergunta 8 – na tua opinião estes cientistas fizeram experiências distintas mas chegaram aos mesmos resultados?

Resposta à pergunta 9 - referes que a ciência é universal e depois dizes “tentando não se influenciar”. Pensas que tenta e consegue, tenta e não consegue, ou quando não consegue é sinal que algo correu mal?

Apêndice E

Guião da Entrevista inicial (Ei)

Legitimação da entrevista e motivação

- Esclarecer o tema e os objetivos gerais do estudo;
- Assegurar a confidencialidade das informações prestadas;
- Solicitar a maior sinceridade possível na resposta às questões enfatizando a importância da mesma para o sucesso da investigação; frisar que a entrevista não possui uma função avaliativa;
- Solicitar a autorização para gravar a entrevista em áudio e a permissão para citar os dados recolhidos;
- Informar a participante que, após a transcrição integral da entrevista, o texto ser-lhe-á apresentado para que se possa manifestar acerca da sua concordância com o conteúdo e proceder a eventuais alterações.

Formação das participantes

- Como descreves a tua formação até ao ensino superior.
- Atualmente, como avalias a formação que te foi proporcionada durante a licenciatura e durante o primeiro ano do mestrado?
Quais os pontos fortes? / E quais os pontos fracos?
- Que aspetos não foram contemplados no curso e pensas que deveriam ser?
- Qual o contributo do estágio no panorama geral da tua formação?
- Em relação às ciências consideras que a preparação que tiveste foi suficiente? Porquê?

Conceções sobre a profissão docente

- O que é que te levou a queres ser professora? E, em particular, professor do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico?
Motivação pessoal; força das circunstâncias; outros motivos; quais?
Essas motivações permanecem? Porquê?
- Tens algum/a professor/a que recordes positivamente e que, de algum modo, te tenha influenciado? Porquê?
- Antes de entrares para a ESE como imaginavas a profissão docente? Daí para cá modificaste a tua opinião? Porquê?

- Atualmente como é que caracteriza a profissão de um/a professor/a do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico?

Que funções, que características.

Como a diferencia de outras profissões?

- Qual a tua opinião acerca da profissão docente

Quais os aspetos que te agradam mais na profissão de professor do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico? Porquê? (criatividade, relações interpessoais, autonomia, transmitir conhecimento, sempre a aprender, facilidade de emprego, segurança no trabalho, estatuto social, horário, outros)

E que menos te agradam? (isolamento, falta de trabalho em equipa, desinteresse dos alunos, falta de perspetivas profissionais.

- O que é para ti um/a professor/a competente? O que o distingue de um não competente?

- Que imagem tens de ti como professora? / Como te vês enquanto professora? / Como é que te descreves como professora?

- Quais são, enquanto futura professora, as tuas qualidades mais importantes?

- Quais as tuas expectativas relativamente à tua situação profissional? Como te imaginas profissionalmente daqui a dez anos?

Conceções das participantes acerca do ensino e aprendizagem das ciências

- Descreve o que consideras ser uma boa aula de Estudo do Meio/ Ciências da Natureza.

- Quais são as estratégias de ensino-aprendizagem que consideras mais adequadas para ensinar ciências? Justifica. E as menos adequadas? Justifica.

- Como é que, na tua opinião, os/as alunos/as aprendem ciências?

- Que competências os/as alunos/as devem desenvolverem nas aulas de Estudo do Meio/ Ciências da Natureza? (ao nível dos conhecimentos; dos processos; ...; atitudes, valores)

- Na tua opinião, por que razão os/as alunos/as do 1º e 2º ciclo do Ensino Básico devem aprender ciências? / Qual a finalidade do ensino das ciências?

Motivações e interesses que justificam a participação no programa Ciência ao Vivo

- O que te levou a aderir a este Programa?

- Quais são as tuas expectativas relativamente a este programa?

O que esperas obter/desenvolver a nível profissional com a participação neste programa?

Que tipo de aprendizagens esperas desenvolver neste programa? (conhecimento científico; processual...)

Finalização da entrevista e Agradecimentos

Deseja acrescentar algum aspeto que não tenha sido contemplado nesta entrevista?

Apêndice F

Guião da entrevista final (Ef)

Caraterização geral do Programa

- Em termos globais, como caraterizas o programa?
- Que tipo de emoções associas ao programa? (são diferentes quando pensas no estágio ou quando pensas nos seminários?)
- As tuas expectativas relativamente ao programa foram concretizadas? Como?
- Qual é o aspeto que consideras mais relevante relativamente à tua participação no programa?

O local de investigação e a autenticidade da experiência investigativa

- Como caraterizas o ambiente/atmosfera gerada no local de investigação?
- Como caraterizas o/a investigador/a com quem colaboraste?
- Em que tipo de atividades tiveste a oportunidade de colaborar?
- Como caraterizas o teu papel: como um elemento que contribuiu para o trabalho, um *outsider* que apenas observou ou algo entre os dois papéis? / Tiveste oportunidade para participar de forma ativa na investigação? / Qual foi a tua contribuição no desenho e implementação da investigação?
- Como caraterizas o teu nível de conforto ao longo do programa? Houve mudanças? Porque sim, porque não?
- Achas que podes dizer que assististe à construção de conhecimento científico? O que é que te leva a dizer isso?

Perceções sobre as aprendizagens realizadas

- Na tua opinião aprendeste ou ganhaste algo com o programa? (nos estágios; nos seminários)

Se sim, o que é que tu achas que aprendeste/ganhaste? Que tipo de aprendizagens julgas ter desenvolvido com a participação neste programa? (conhecimento científico, processual,...)

Será que me podes dar exemplos de como é que o programa te afetou?

- Que dificuldades encontraste (nos estágios; nos seminários)?

Influência em termos de ensino das ciências

- Descreve o que consideras ser uma boa aula de Estudo do Meio / Ciências da Natureza.
- Que competências os/as alunos/as devem desenvolverem nas aulas de Estudo do Meio / Ciências da Natureza? (ao nível dos conhecimentos; dos processos; ...; atitudes, valores)
- Que efeito é que achas que esta experiência poderá ter na tua futura prática ao nível do ensino das ciências? Que alterações esperas implementar nas tuas futuras práticas docentes em virtude deste contato? (tipo de atividades, tempo dedicado às mesmas, etc.) Porquê?
- Em alguma situação foram discutidos aspetos de natureza didático-pedagógica com o/a investigador/a? Se sim, podes dar-me exemplos?
- Julgas existir algum paralelismo entre aquilo que os/as investigadores/as fazem e as atividades que normalmente realizas com os/as alunos/as no âmbito do ensino das ciências?

Sugestões

- Que sugestões propões para melhorar o programa? Porquê?
- Esta experiência fez-te ficar mais ou menos interessada pela ciência?

Eventuais mudanças nas concepções sobre a NC

- Entregar o questionário e pedir à participante para ler as respostas inicialmente dadas. Colocar as seguintes questões:

- As tuas concepções ou nível de entendimento relativamente à NC modificaram-se?

- Se sim, de que forma?

A que é que atribuis essas mudanças, ou seja, quais os fatores que influenciaram essas mudanças? De que forma, se é que alguma, este programa influenciou as tuas concepções?

Quais foram os componentes do programa (seminários, colaboração com o cientista, atividades de investigação desenvolvida, etc.) que influenciaram mais as tuas concepções? Como? Porquê?

Podes dar-me alguns exemplos específicos?

- Se não, que atividades/vivências/exemplos reforçaram as tuas ideias?

- O/a cientista alguma vez falou contigo sobre os aspetos relacionados com a NC (mencionados no questionário)?
- Como é que este programa mudou, ou não, a forma como perspetivas o trabalho dos/as cientistas?

Eventuais mudanças nas conceções sobre as atividades investigativas

- Podes descrever o que é para ti uma investigação científica (quais os objetivos, quais os resultados, quais as fases/processo,...)?
- As tuas ideias mudaram em virtude deste programa? Podes explicar?

Apêndice G

Guião da entrevista sobre a prática de ensino (Ep)

Apreciação geral sobre a prática de ensino no âmbito do Estudo do Meio

- O que consideras ter corrido bem durante a implementação das atividades no âmbito do Estudo do Meio? E o que correu mal?
- Que dificuldades sentiste ao longo das atividades implementadas?
- Gostarias de fazer alguma alteração à tua intervenção no âmbito do Estudo do Meio? Podes justificar?

O ensino sobre a natureza da ciência e o ensino por investigação

[para este bloco foram realizadas questões específicas para cada participante em função dos dados recolhidos ao longo das observações]

Apêndice H

Incidentes críticos iniciais (ICi)

Situação 1

Numa aula de Estudo do Meio um professor pediu aos/às alunos/as para colocarem algumas dúvidas ou questões que gostariam de investigar. Depois de algum silêncio, um aluno levantou o dedo e disse: “Eu queria saber se deus existe ou não”.

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Natureza empírica; Limites da ciência]

Situação 2

Como trabalho de casa, os/as alunos/as de uma turma do 4º ano de escolaridade, tinham que observar a lua, a olho nu, e realizar o respetivo desenho. No dia seguinte, a professora pediu a um dos alunos para apresentar o seu desenho - este apresentava zonas mais escuras e zonas mais claras e alguns estruturas em forma circular. Orgulhoso o aluno referiu: “Estive a fazer esta observação, a olho nu, com o meu pai, ele é astrónomo!”. Após a apresentação deste desenho uma aluna fez o seguinte comentário: “Eu não vi nada disso! Eu cá só vi uma bola cinzenta! Será que estive a ver outra lua?”

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[O papel do conhecimento prévio na observação]

Situação 3

Depois das férias da Páscoa, os/as alunos/as de um 4º ano de escolaridade e a respetiva professora ficaram extremamente tristes quando perceberam que o “douradinho”, o peixe da turma, tinha morrido. A professora aproveitou o acontecimento e pediu à turma para investigar as causas da morte do peixe. Os/as alunos/as, divididos em 3 grupos, chegaram a conclusões diferentes. Após a apresentação das conclusões um aluno disse: “Professora, mas afinal qual é a resposta certa?”

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Distinção entre observação e inferência; Natureza empírica e ensaística; Criatividade e Imaginação]

Situação 4

Uma turma do 2º ano de escolaridade realizou um desenho sobre dinossáurios. Após a análise dos desenhos quase toda a turma começou a dizer que o Pedro tinha representado mal os dinossáurios, pois eles não são cor-de-rosa. Para se defender o Pedro disse: “Mas alguém já viu os dinossáurios para saber qual a sua verdadeira cor?”

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Distinção entre observação e inferência; Natureza empírica; Criatividade e imaginação]

Situação 5

Depois de estudarem o Efeito de Estufa, um aluno fez o seguinte comentário: “Os cientistas é que são culpados disto tudo. Se não inventassem tantas coisas o planeta não estaria tão doente!”

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação.

[Influências sociais e culturais; Relação CTSA; Características dos/as cientistas]

Situação 6

Para iniciar o estudo do sistema solar a professora de uma turma do 1º ciclo foi buscar um cartaz à arrecadação da escola. Quando colocou o cartaz no quadro verificou que o Plutão estava representado como um planeta do sistema solar e, imediatamente disse: “Este corpo celeste não é mais considerado um planeta”. Indignada uma aluna disse: “Mas está representado no cartaz! Se já foi um planeta não faz sentido voltar atrás! Os cientistas não deviam estar a mudar de opinião! Coitado do Plutão!”

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Natureza ensaística; Referenciais teóricos]

Apêndice I

Incidentes críticos finais (ICf)

Situação 1

Numa turma de quarto ano de escolaridade, numa aula de Estudo do Meio, teve lugar o seguinte diálogo:

Ana - O meu pai disse que a temperatura da água do mar é mais ou menos igual ao longo do ano. Mas eu não acredito!

Pedro - Mas eu cá acredito que é verdade!

Joana - Mas afinal quem é que tem razão?

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Natureza empírica]

Situação 2

Numa aula de Ciências Naturais a professora decidiu fazer uma aula de microscopia ótica para a observação de células do epitélio bucal. Os/as alunos/as deviam preparar a lâmina e, posteriormente efetuar o registo das suas observações. Um dos grupos muito contente referiu: “Professora já estamos a ver uma célula! É bem redondinha!” A professora ao observar a imagem apercebeu-se que afinal era uma bolha de ar. Imediatamente um aluno disse: “Mas isso até é parecido com o esquema da célula que está no livro”.

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[O papel do conhecimento prévio na observação]

Situação 3

Durante uma visita à horta da escola, os/as alunos/as de uma turma do quarto ano de escolaridade verificaram que a quantidade de leguminosas tinha diminuído significativamente. Além disso, encontraram várias pegadas de um animal junto a estas plantas. Para a grande maioria dos/as alunos/as estes dois acontecimentos estavam relacionados: as pegadas comprovavam a presença de um gato na horta e sendo assim este seria o ladrão das leguminosas! No entanto, um dos alunos discordava da opinião da maioria. Para ele, as pegadas eram de um gato mas este não era o ladrão. Os/as restantes alunos/as referiram: “És só tu que pensas assim por isso a tua hipótese está errada e não faz sentido”.

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Distinção entre observação e inferência; Natureza empírica e ensaística; Criatividade e Imaginação]

Situação 4

Após o estudo das condições atmosféricas diárias a professora refere que é com base nos dados recolhidos numa determinada área (ex. humidade, direção do vento e velocidade, temperatura, etc,) que os/as meteorologistas conseguem prever o tempo. Imediatamente um aluno disse: “Cá para mim os meteorologistas andam a fazer as observações com pouco cuidado pois, na grande maioria dos casos, não acertam no tempo!”

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Distinção entre observação e inferência; Natureza empírica; Criatividade e imaginação]

Situação 5

No dia Mundial da Ciência para a Paz e Desenvolvimento, a professora do 1º ciclo convidou um cientista para ir à sala de aula. Este, ao descrever o seu dia-a-dia, referiu que habitualmente ia à missa. Após a saída do cientista um aluno colocou a seguinte questão: “O senhor que aqui esteve não é um verdadeiro cientista, pois não? Os cientistas não podem ser católicos, pois não? Eles não se podem deixar influenciar por nada!”

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Influências sociais e culturais; Caraterísticas dos/as cientistas]

Situação 6

Para iniciar o estudo dos sistemas de classificação numa turma de 6º ano, a professora pediu aos/às alunos/as para lerem o seguinte texto do manual:

“Desde Aristóteles até meados do séc. XIX, os biólogos dividiram os seres vivos em dois reinos, *Plantae* e *Animalia*. Com o avanço do microscópio, em 1866, o biólogo Ernest Haeckel propôs um terceiro reino, o Reino Protista, e posteriormente Copeland introduziu o reino Monera. Mais tarde Robert Whittaker passou a incluir os seres vivos em cinco reinos, em que os fungos passam a constituir um reino independente,

designado de Fungi. Mais recentemente surge um novo sistema de classificação que propõe a existência de seis reinos e um nível de classificação superior ao reino, chamado domínio.”

Após a leitura do texto o Francisco colocou a seguinte questão: “Professora, se isto está sempre a mudar, não vale a pena estudar isto. Pelo andar da carruagem daqui a poucos anos já vamos ter um sistema de classificação com 7 reinos!”

Diga o que poderia fazer e dizer nesta situação. Justifique.

[Natureza ensaística; Referenciais teóricos]

Anexos

Anexo I
Questionário VNOS-C adaptado

QUESTIONÁRIO

Este questionário insere-se no âmbito de um Doutoramento que está a ser desenvolvido no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e destina-se a compreender alguns aspetos relacionados com o impacto do programa *Ciência ao Vivo*.

Não há respostas “certas” ou “erradas”, mas sim respostas relativas a diferentes perspetivas sobre um conjunto de aspetos relacionados com a ciência. Por isso mesmo solicitamos, desde já, a maior sinceridade possível na resposta às questões.

Por favor responda às seguintes questões e inclua, sempre que possível, exemplos relevantes.

Nome:

O que é para si a ciência? O que torna a Ciência (ou disciplinas científicas como a Física, a Biologia, etc.) diferente das outras disciplinas (como por exemplo, a Religião ou a Filosofia)?

O que é para si uma experiência científica? Com que objetivo é realizada uma experiência?

Acha que o desenvolvimento do conhecimento científico requer sempre experimentação?

Se sim, explique porquê. Forneça um exemplo para defender a sua posição.

Se não, explique porquê. Forneça um exemplo para defender a sua posição.

Após o desenvolvimento de uma teoria científica, como por exemplo a teoria da Tectónica de Placas, ela pode ser modificada?

Se considera que as teorias científicas não podem ser mudadas explique porquê.

Ilustre a sua resposta com exemplos.

Se considera que as teorias científicas podem ser modificadas: (a) explique por que é que as teorias mudam; (b) explique por que razão elas devem ser ensinadas na escola. Ilustre a sua resposta com exemplos.

Há alguma diferença entre uma teoria e uma lei científica? Ilustre a sua resposta com um exemplo.

Nos livros de Geologia, a Terra é normalmente representada como uma esfera subdividida em crosta, manto e núcleo. Acha que os cientistas têm a certeza desta estrutura interna da Terra? Justifique.

Considera que durante uma investigação científica, os/as cientistas usam a criatividade ou a imaginação?

Se sim, em que etapas da investigação acha que os/as cientistas usam a imaginação ou criatividade: durante a planificação?; durante a recolha de dados? após a recolha de dados?

Se acha que os/as cientistas não usam a imaginação e a criatividade, por favor explique porquê. Exemplifique.

É aceite pela comunidade científica que os dinossáurios se extinguiram no final do Cretácico. No entanto, existem duas hipóteses explicativas para essa extinção e ambas

reúnem grande suporte: a hipótese da queda de um grande meteorito e a hipótese do vulcanismo intenso e generalizado. Como é possível que os/as cientistas tenham tirado conclusões diferentes a partir dos mesmos dados?

Há quem acredite que a ciência é imbuída de valores culturais e sociais, que reflete valores políticos, assunções filosóficas e diferenças culturais. Outros argumentam que a ciência é universal, transcendendo esses valores.

Se acredita que a ciência reflete valores culturais e sociais explique como e porquê. Defenda a sua posição com exemplos.

Se acredita que a ciência é universal, explique como e porquê. Defenda a sua posição com exemplos.

Em que consiste o trabalho de um/a cientista?

Anexo II

Rubrica

	Visão ingênua	Visão limitada	Visão parcialmente informada	Visão informada
Criatividade e imaginação	Os/as cientistas não usam a criatividade e a imaginação nas suas investigações. A ciência é racional sendo uma atividade baseada unicamente em evidências empíricas. As conclusões devem ser baseadas apenas em dados.	Os/as cientistas usam a criatividade e a imaginação mas isso não é desejável. A criatividade e a imaginação são muitas vezes usadas para “distorcer” as investigações de forma a favorecer as “agendas” dos cientistas para publicarem e/ou assegurarem financiamento. Os/as cientistas apenas usam a criatividade e a imaginação nas fases de planificação e desenho das investigações. A utilização da criatividade e imaginação na recolha de dados, na interpretação dos dados, ou na formulação de conclusões provocaria descobertas “erradas”. Os/as cientistas usam a criatividade e a imaginação em todas as fases da investigação com exceção da recolha dos dados.	A criatividade e a imaginação são necessárias em todas as etapas da investigação mas podem não usar o termo “criatividade e imaginação” para se referirem à “invenção” de explicações, modelos ou entidades teóricas. Pelo contrário, utilizam os termos para se referirem à “esperteza, competência e engenho”. Podem igualar a criatividade e imaginação com o facto de serem <i>open-minded</i> , considerando todas as possibilidades e examinando uma situação a partir de “todos os ângulos”. Estas visões podem ser implícitas. Sem o uso explícito da “invenção”.	A imaginação e a criatividade são necessárias em todas as fases das investigações científicas. A utilização do termo “criatividade e imaginação” refere-se à “invenção” de explicações, modelos ou entidades teóricas. Reconhece a natureza empírica do conhecimento científico, no entanto, o desenvolvimento do conhecimento científico envolve imaginação humana e criatividade. A ciência envolve a invenção de explicações e entidades teóricas. A criatividade influencia a interpretação dos dados.
Influência social e cultural	A ciência é universal. Os fatores sociais e culturais limitam-se a questões de diferenças na terminologia ou unidades de medida. A existência de esforços para diminuir a diversidade terminológica ou nas unidades de medida é um exemplo da universalidade da ciência.	Reconhece a influência dos fatores culturais e sociais mas sugere que essas influências são negativas.	Reconhece a influência de aspetos políticos, económicos e éticos “naquilo” que os/as cientistas investigam. Os fatores sociais e culturais podem influenciar o tempo que medeia o reconhecimento dessas verdades científicas.	A ciência, como um empreendimento humano é praticado no contexto de uma cultura mais larga e os seus praticantes (os/as cientistas) são o produto dessa cultura. Portanto, a ciência afeta e é afetada por vários elementos e esferas intelectuais da cultura na qual está imbuída. Esses elementos incluem, mas não estão limitados ao tecido social, estruturas de poder, fatores socioeconómicos, filosofia e religião. Reconhece influências sociais e culturais no “como” a ciência é praticada.
Subjetividade	Refere que a controvérsia se deve à falta de disponibilidade de “dados”. Apresenta concepções erradas sobre o significado de “dados” ou “evidências”. Os/as cientistas não estavam na terra há 65 milhões de anos para testemunhar o desaparecimento e não podem viajar no tempo para “ver” o que é que aconteceu; os/as cientistas apenas podem produzir	Pode usar o termo “dados” de forma adequada para se referir a artefactos deixados por ambos os fenómenos. Pode indicar que ambas as hipóteses são consistentes com os dados disponíveis. Pode indicar que não existem evidências suficientes ou conclusivas para defender uma hipótese em detrimento da outra. A consequência óbvia desta “falta de dados” é que a controvérsia seria resolvida se existissem dados “suficientes” ou “completos” ou se tais dados	Indica que os/as cientistas chegam a conclusões diferentes porque interpretam os dados de forma diferente; no entanto não explica os motivos pelos quais diferentes cientistas interpretam os mesmos dados de forma diferente. A discussão em torno da subjetividade incide sobre a subjetividade pessoal.	O conhecimento científico depende de uma “lente teórica”. Os compromissos teóricos e disciplinares, as crenças, o conhecimento prévio, a experiência e expectativas dos/as cientistas influenciam o seu trabalho. Todos estes fatores constituem um referencial que influencia os problemas que os/as cientistas investigam, a forma como conduzem as investigações, o que observar (e não observar), e como interpretam as suas

teorias (no sentido coloquial) sobre o que é que aconteceu.
A ciência é objetiva e isenta de valores.
Os desentendimentos devem-se à falta de dados.

vierem a ser obtidos no futuro o que indica que este/a participante não reconhece que existem outros aspetos, para além dos "dados" que desempenham um papel importante na formulação e suporte de argumentos científicos. Parece não entender que os dados precisam ser interpretados, dentro de certos quadros teóricos, para adquirirem algum significado como suporte de uma afirmação científica ou de outra.

Pode indicar que é possível os/as cientistas chegarem a conclusões diferentes a partir do mesmo conjunto de dados por causa da imaginação e da criatividade. No entanto, este/a participante parece não acreditar que a imaginação e a criatividade são aspetos essenciais no trabalho dos/as cientistas. Em vez disso, indica que os dados são escassos e os/as cientistas são obrigados a preencher as lacunas usando a sua imaginação e criatividade. Novamente, a implicação é que, se existissem "dados suficientes" a controvérsia seria inexistente, uma vez que os/as cientistas precisam apenas dos dados para tirarem as suas conclusões. O uso da imaginação e da criatividade pode até ser referido como indesejável. Pode referir fatores como o dinheiro, o prestígio, o ego, e a corrida para publicar, como possíveis causas para a controvérsia. Pode afirmar que tais fatores são obstáculos para a busca "real" para o conhecimento e a cooperação entre os/as cientistas.

observações. É essa individualidade (às vezes coletiva) ou mentalidade que representa o papel da subjetividade na produção do conhecimento científico. Subjetividade devido ao conhecimento profissional, experiências e mentalidade. Papel da discussão / revisão por pares no alcance de um consenso sobre as conclusões.

Diferença/ relação entre teorias e leis

Apresenta uma visão simplista e hierárquica entre as teorias e as leis, onde as teorias se transformam em leis consoante a existência de evidências de suporte.
Pode indicar que as teorias científicas são menos válidas ou suportadas do que as leis ou que as teorias são meras precursoras das leis científicas.
Pode indicar explicitamente que as teorias transformam-se em leis quando se "prova" que são verdade.
Pode indicar que as teorias e as leis diferem porque as leis estão "provadas" como corretas ou verdadeiras enquanto as teorias não.

Pode ter algumas definições corretas de teoria ou lei mas não compreende a diferença entre as duas. Pode aperceber-se que as leis não se podem provar mas continua a acreditar que as leis são "verdade".
Pode indicar que as leis ainda não foram refutadas.

Compreensão geral das definições de leis e teorias.

A lei é algo que descreve o que está a acontecer. A teoria explica o que está a acontecer.

Uma lei é algo que acontece e uma teoria explica por que é que acontece. Pode providenciar exemplos de leis científicas.

As teorias e as leis são diferentes tipos de conhecimento, mas ainda acredita que as teorias se transformam em leis ou que as leis estão provadas.

As leis científicas são afirmações ou descrições das relações entre um fenómeno observável. As teorias científicas são explicações inferidas para os fenómenos observáveis ou regularidades nesse fenómeno.

Providencia exemplos adequados.

Pode indicar que as teorias e as leis diferem porque as leis foram provadas como verdadeiras sem qualquer dúvida, e que as teorias podem estar sujeitas a alterações e podem ser provadas como falsas a qualquer momento.
As leis científicas são absolutas e certas. Através do teste repetido as leis podem ser “provadas” como verdade.

Objetivo e estrutura geral das experiências	Não faz qualquer distinção entre experiências e observações. Uma experiência envolve a observação, recolha de dados ou de informação.	A caracterização de uma experiência é feito de forma muito geral ou articulada de forma pobre. Não há referência à natureza controlada ou manipulativa das experiências. Não articula um objetivo claro para as experiências ou apenas refere que as experiências têm como objetivo testar hipóteses ou teorias. Pode comentar que uma experiência é um teste (ferramenta, projeto ou processo) realizado com o objetivo de provar uma determinada teoria, ou que uma experiência permite decidir se uma determinada hipótese ou teoria é verdadeira ou falsa (certa ou errada).	As experiências têm como objetivo testar “a validade de uma hipótese” mas não faz qualquer referência à natureza manipulativa ou controlada das experiências. As experiências são estudos em que “unidades experimentais são manipuladas através da aplicação de um tratamento de forma a medir a resposta das unidades do tratamento” mas apresenta dificuldades ao nível da articulação de um objetivo para a condução de uma experiência.	Uma experiência é uma forma controlada de testar e manipular objetos de interesse enquanto se controlam todos os outros fatores. Quando apenas um fator é manipulado ou mudado, de cada vez, o resultado observado pode permitir ao cientista assumir que o fator tem uma correlação positiva ou negativa (ou não tem) com o resultado. É o resultado de uma experiência que irá levar o cientista a acreditar que a sua teoria tem, ou não tem, validade. Ao contrário das observações, as experiências geralmente envolvem elementos de controlo e manipulação do fenómeno e uma intervenção no curso do fenómeno investigado.
Validade das disciplinas baseadas na observação	Acredita que as experiências são necessárias para o desenvolvimento do conhecimento científico. As observações não são suficientes para produzir argumentos científicos válidos. Não providencia exemplos para suportar a sua perspetiva. O método experimental é o único método válido nas investigações científicas.	Pode afirmar explicitamente que o conhecimento obtido a partir de observações é menos certo e menos credível do que o conhecimento produzido a partir de experiências. Não reconhece que várias disciplinas científicas são essencialmente baseadas nas observações de fenómenos.	Pode expressar visões descritas como “informadas” mas apresenta um entendimento ingênuo do objetivo e estrutura das experiências.	Providencia exemplos para suportar a sua posição. Esses exemplos revelam um entendimento claro de que várias disciplinas científicas têm uma natureza observacional/descritiva e que muitas teorias científicas poderosas apenas se baseiam em observações. Afirma que as experiências manipulativas não são necessárias para o desenvolvimento do conhecimento científico.
Método científico	A ciência é tipificada por um conjunto ordenado de passos e regras ou um método estruturado, sistemático, rígido, <i>standarizado</i> , comum ou lógico.	Não acredita num método rígido e comum mas acredita que as investigações científicas apenas diferem devido ao tipo e especificidade das “experiências” que os cientistas conduzem. Método geral: ideia, desenho da experiência, realização da experiência, recolha de dados, etc.	Não acredita que os/as cientistas seguem o “método científico” ou que utilizam um procedimento sequencial mas ainda acredita num método geral.	A ciência não tem um único método, pelo contrário, baseia-se na criatividade do investigador/a para encontrar uma resposta para a sua questão. Pode indicar explicitamente que existe uma discrepância entre a forma como a ciência é apresentada

Os/as cientistas seguem apenas um método durante as investigações. Todos/as os/as cientistas seguem o “método científico” e isso garante o desenvolvimento de argumentos científicos válidos sobre a natureza.

nos artigos e a forma como o trabalho científico é realmente conduzido. Os/as cientistas observam, comparam, medem, testam, especulam, colocam hipóteses, criam ideias, teorias e explicações. O conhecimento científico é construído a partir de múltiplos métodos incluindo métodos descritivos e observacionais.

Empírico	Não há referência à natureza empírica da NC quer explícita quer implicitamente.	Reconhece que a ciência é empírica e que se baseia em evidências embora possa não usar o termo “empírico”. Indica que o conhecimento científico é baseado “apenas” em dados, factos ou evidências tangíveis, concretas, visíveis, observáveis, mensuráveis, excluindo fatores como a interpretação e crenças. Pode indicar que a dependência dos factos exonera a ciência da subjetividade ou atributos sociais e culturais, como os valores e crenças, que estão habitualmente associados à religião e à filosofia. A ciência usa observações, factos ou evidências para “provar” as suas reivindicações como “certas” ou “erradas”	Não indica explicitamente que o conhecimento científico é influenciado por suposições humanas e conhecimento prévio, mas que se alicerça em evidências observáveis. O conhecimento científico está alicerçado em dados empíricos.	Reconhece que o conhecimento científico é empírico e é habitualmente derivado de observações dos fenómenos naturais e que essas observações são sempre influenciadas por suposições humanas e conhecimento prévio (e como tal são <i>theory-laden</i>). A ciência envolve a formulação de ideias (ex: hipóteses e teorias). Procura-se depois que a evidência suporte ou não essas ideias, o que é diferente na religião. Relativamente ao termo “empírico” não indica que os dados podem, de forma tangível, “provar” argumentos científicos ou que a ciência é baseada em observações do fenómeno excluindo outros atributos pessoais, sociais ou culturais. Apesar da ciência se basear em evidências e observações há vários aspetos na ciência que se baseiam em crenças, convenções e no não observável.
Natureza das teorias	Acredita que as teorias científicas são “apenas teorias” no sentido coloquial da palavra; uma adivinha ou a ideia de alguém sobre o que ocorreu ou pode ocorrer.	Acredita que as teorias científicas ainda são especulações e podem ser alteradas porque ainda não há evidências suficientes.	Alguma apreciação do suporte das teorias e o reconhecimento que elas estão alicerçadas em evidências mas, ainda não apresentam um entendimento informado.	As teorias científicas são explicações bem estabelecidas, altamente substanciadas, elaboradas e internamente consistentes. As teorias servem para explicar conjuntos relativamente grandes de observações obtidas a partir de mais do que um campo de investigação, aparentemente não relacionadas. As teorias científicas são conceitos que apresentam evidências consideráveis por de trás, e têm sobrevivido a várias tentativas de refutação.
Natureza tentativa das teorias	As teorias não mudam.	As teorias mudam mas esta mudança é atribuída “apenas” a “novas” informações, descobertas e avanços na tecnologia.	Idêntica à visão informada mas sem a ênfase nos avanços ou reinterpretaciones da “teoria”.	As teorias mudam à medida que surgem novas evidências, obtidas através de avanços tecnológicos ou que evidências

Acredita que a teoria original pode ser refinada, elaborada ou extendida mas que a própria teoria não muda

Não indica explicitamente que a mudança ocorre apenas através de nova informação e tecnologia.

antigas são reinterpretadas à luz de novos avanços teóricos ou alterações em programas de investigação estabelecidos. Existem outros fatores que desempenham um papel tão importante nas alterações que as teorias sofrem como o aparecimento de novos dados e novas tecnologias. O desenvolvimento de novas ideias e teorias, as mudanças culturais e sociais, e o papel de indivíduos a trabalhar "fora do contexto" podem contribuir para as mudanças nas teorias.

Natureza tentativa do conhecimento científico	<p>Parece não acreditarem que o conhecimento científico é tentativo. A ciência é diferente de outras disciplinas na medida em que o conhecimento científico é definitivo, correto ou "provado" como verdadeiro.</p> <p>As leis são absolutas e não mudam. As teorias não mudam. Existe uma relação hierárquica entre as leis e as teorias. As teorias são apenas teorias e ainda não atingiram o estatuto de "lei" ou facto "provado".</p>	As teorias mudam as leis são fixas.	<p>Todo o conhecimento científico altera-se; não referem razões ou apenas referem as novas observações como uma razão.</p>	<p>Embora o conhecimento científico seja confiável, é uma tentativa e "nunca" é absoluto ou certo. Este conhecimento, incluindo factos, teorias e leis, está sujeito a mudanças.</p> <p>Embora o conhecimento científico seja altamente confiável e durável, as leis e as teorias mudam.</p>
Teorias e Leis - hierarquia	<p>Classifica as leis acima das teorias. As leis têm um estatuto superior relativamente às leis.</p>			<p>Reconhece que as teorias são produtos da ciência tão legítimos como as leis. Reconhece que os/as cientistas usualmente não formulam teorias com a esperança que um dia elas adquiram o <i>status</i> de "leis"</p>